

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene
Fleischhygiene und -technologie
— Fachrichtung Fleischhygiene —
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Sensorischer und gaschromatographischer Nachweis
geschlechtsbedingter Geruchsabweichungen im Rückenfett
von Ebern unterschiedlicher Schlachtgewichtskategorien**

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gerhard Roland M o l l
Tierarzt aus Langenargen

Berlin 1983
Journal-Nr. 1155



Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene
Fleischhygiene und -technologie
-Fachrichtung Fleischhygiene-
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Sensorischer und gaschromatographischer Nachweis
geschlechtsbedingter Geruchsabweichungen im Rückenfett
von Ebern unterschiedlicher Schlachtgewichtskategorien

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Gerhard Roland M o l l
Tierarzt aus Langenargen

Berlin 1983
Journal-Nr. 1155

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Fachbereichssprecher: Prof. Dr. F. Hörchner

Referent: Prof. Dr. G. Reuter

Korreferent: Prof. Dr. G. Hildebrandt

Tag der Promotion: 4. November 1983

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. <u>Einleitung</u>	1
2. <u>Schrifttum</u>	2
2.1. <u>Problematik der Eberverwertung</u>	2
2.2. <u>Das Ebergeruchsteroid Androstenon: Überblick über Eigenschaften, Stoffwechsel, Bedeutung und Vor- kommen in der Natur</u>	4
2.2.1. Charakterisierung der Geruchsqualität	4
2.2.2. Aufdeckung der Struktur der Ebergeruchsubstanz	4
2.2.3. Entstehung und Verteilung von Androstenon im Organismus des Schweines	5
2.2.4. Physiologische Aspekte des Ebergeruches	8
2.2.5. Abhängigkeit des Ebergeruches und Androstenongehal- tes von endogenen und exogenen Einflüssen	9
2.2.6. Vorkommen von Ebergeruchpheromonen bei Menschen und Pflanzen	12
2.2.7. Das Auftreten von Ebergeruch bei Sauen und Kastraten	13
2.3. <u>Sensorischer Nachweis der Ebergeruchsubstanz</u>	14
2.3.1. Besonderheiten bei der Wahrnehmung des Ebergeruches	14
2.3.2. Eignungsuntersuchungen der Prüfpersonen für den sensorischen Test	15
2.3.3. Schwellenwert zur Erkennung des Ebergeruches in Schweinefleisch	16
2.3.4. Methoden des sensorischen Ebergeruchsnachweises	19
2.3.4.1. "Kochprobe"	19
2.3.4.2. "Ausschmelzprobe" (Bratprobe)	20
2.3.4.3. LötKolben- und Handsieglermethode	20
2.3.4.4. Geruchsbeurteilung durch trainierte Mäuse	21
2.3.5. Ergebnisse von Verbrauchertests mit Eberfleisch oder -produkten	21
2.3.6. Intensität und Häufigkeit sensorisch feststell- barer Geruchsabweichungen bei unterschiedlichen Eberpopulationen	23

2.4.	<u>Mögliche Zusammenhänge des Ebergeruches mit anderen im Tierkörper vorkommenden Substanzen</u>	24
2.5.	<u>Verfahren zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Ebergeruchsteroides 5α-Androst-16-en-3-on im Fettgewebe</u>	26
2.5.1.	Biologisches Verfahren	26
2.5.2.	Gaschromatographie (GC)	26
2.5.3.	Radioimmunoassay (RIA)	29
2.5.4.	Enzymlinked-Immunsorbentassay (ELISA)	30
2.6.	<u>Methoden zur Verhinderung oder Beseitigung des Ebergeruches am lebenden Tier</u>	30
2.6.1.	Kastration	30
2.6.2.	Medikamentelle Methoden	31
2.6.3.	Züchterische Methoden	32
2.6.4.	Immunologische Verfahren	33
2.7.	<u>Einsatz technologischer Behandlungsverfahren zur Brauchbarmachung von Eberfleisch</u>	35
	<u>Eigene Untersuchungen</u>	37
3.	<u>Material und Methodik</u>	37
3.1.	<u>Untersuchungsgut</u>	37
3.2.	<u>Sensorische Ermittlung des Ebergeruches</u>	39
3.2.1.	Prüfergruppe	39
3.2.2.	Kontrolle der sensorischen Leistungsfähigkeit der Prüfer	40
3.2.2.1.	Herstellung eines Riechbesteckes	40
3.2.2.2.	Einsatz des Riechbesteckes	41

	Seite
3.2.3. Sensorische Einzelprobenuntersuchung	41
3.2.3.1. Ausschnmelzproben mit Fettgewebe	41
3.2.3.1.1. Vorbereitung der Fettproben	41
3.2.3.1.2. Bereitstellung von negativen Kontrollen	42
3.2.3.1.3. Ausschnmelzprobe	42
3.3. <u>Gaschromatographische Bestimmung des Eberge-</u> <u>ruchsteroides 5α-Androst-16-en-3-on, modifiziert</u> <u>nach KAUFMANN et al. (1979)</u>	44
3.3.1. Reagenzien	44
3.3.1.1. Lösungsmittel	44
3.3.1.2. Standardsubstanzen	44
3.3.2. Fettaufarbeitung	45
3.3.2.1. Prinzip des Verfahrens	45
3.3.2.2. Chemische Aufarbeitung	46
3.3.2.2.1. Probenvorbereitung	46
3.3.2.2.2. Verseifung des Fettes	46
3.3.2.2.3. Extraktion des Nichtverseifbaren	46
3.3.2.2.4. Extraktreinigung durch Waschen	48
3.3.2.2.5. Einengung des Extraktes	48
3.3.2.2.6. Trocknen des Extraktes	49
3.3.2.3. Dünnschichtchromatographische Reinigung	49
3.3.2.3.1. Extraktaufgabe	49
3.3.2.3.2. Entwicklung	50
3.3.2.3.3. Auswertung der DC-Platten	50
3.3.2.3.4. Elution	52
3.3.3. Gaschromatographie	52
3.3.3.1. Probenvorbereitung	52
3.3.3.2. Gaschromatographische Arbeitsbedingungen	53
3.3.3.3. Auswertung der Chromatogramme und Berechnung des Androstenongehaltes	54
3.3.4. Überprüfung der angewendeten Methode	56
3.3.4.1. Spezifität	56
3.3.4.2. Richtigkeit und Genauigkeit	56
3.3.4.2.1. Modellversuch	56
3.3.4.2.2. Ergebnisse des Modellversuches	58
3.3.4.3. Reproduzierbarkeit	58

4.	<u>Ergebnisse</u>	61
4.1.	<u>Ergebnisse der quantitativen Andostenonbestimmung</u>	61
4.2.	<u>Beziehungen zwischen dem Androstenongehalt und dem Schlachtgewicht</u>	64
4.2.1.	Zuordnung von Einzelandrostenongehalten zu Einzelschlachtgewichten	64
4.2.2.	Zuordnung von Androstenonbereichen zu Schlachtgewichtsbereichen	67
4.3.	<u>Ergebnisse der sensorischen Ebergeruchsuntersuchung</u>	73
4.3.1.	Ergebnisse des Riechpapiertests im Vergleich mit der Ebergeruchserkennung an Rückenfettproben	73
4.3.2.	Geruchsbeurteilung in Abhängigkeit vom Androstenongehalt der Einzelproben	78
4.3.3.	Geruchsbeurteilungen innerhalb festgelegter Androstenonbereiche	81
4.3.4.	Sensorikergebnisse in Abhängigkeit vom Schlachtgewicht	84
5.	<u>Diskussion</u>	
5.1.	<u>Diskussion der angewandten Methode zur quantitativen Androstenonbestimmung</u>	89
5.2.	<u>Diskussion der Ergebnisse</u>	94
5.2.1.	Häufigkeit und Höhe der Androstenongehalte im Gesamttierstapel	94
5.2.2.	Beziehungen zwischen dem Androstenongehalt und dem Schlachtgewicht	96
5.2.3.	Riechpapiertest als Eignungskontrolle für die Geschlechtsgerucherkennung an Eberfett	98

5.2.4.	Sensorikergebnisse und ihre Beziehungen zum Androstenongehalt	101
5.2.5	Sensorikergebnisse und ihre Beziehung zum Schlachtgewicht	105
5.2.6.	Stellungnahme zur 85 kg-Schlachtgewichtsgrenze	107
6.	<u>Schl</u> <u>uß</u> <u>f</u> <u>o</u> <u>l</u> <u>g</u> <u>e</u> <u>r</u> <u>u</u> <u>n</u> <u>g</u> <u>e</u> <u>n</u>	109
7.	<u>Zu</u> <u>s</u> <u>a</u> <u>m</u> <u>m</u> <u>e</u> <u>n</u> <u>f</u> <u>a</u> <u>s</u> <u>s</u> <u>u</u> <u>n</u> <u>g</u>	111
8.	<u>S</u> <u>u</u> <u>m</u> <u>m</u> <u>a</u> <u>r</u> <u>y</u>	115
9.	<u>A</u> <u>n</u> <u>h</u> <u>a</u> <u>n</u> <u>g</u>	118
10.	<u>L</u> <u>i</u> <u>t</u> <u>e</u> <u>r</u> <u>a</u> <u>t</u> <u>u</u> <u>r</u> <u>v</u> <u>e</u> <u>r</u> <u>z</u> <u>e</u> <u>i</u> <u>c</u> <u>h</u> <u>n</u> <u>i</u> <u>s</u>	120

1. Einleitung

Mit dem Eintritt in die Geschlechtsreife tritt bei männlichen Schweinen der mehr oder weniger intensive Ebergeruch auf. Während das Fleisch dieser Tiere hinsichtlich seines Nährstoffgehaltes dem von Sauen und Kastraten völlig gleichwertig ist, kann es wegen des Geschlechtsgeruches beim Verbraucher jedoch auf Ablehnung stoßen.

Dieser Geschlechtsgeruch kann subjektiv anhand erhitzter Fettproben bzw. mit chemisch-physikalischen oder immunologischen Bestimmungsmethoden nachgewiesen werden, wobei das Steroid 5 α -Androst-16-en-3-on ("Androstenon") als entscheidende Komponente für den Ebergeruch angesehen wird.

Um den Verbraucher von solchermaßen geruchsverändertem Eberfleisch zu schützen, wurden entsprechende fleischbeschaurechtliche Vorschriften zur Beurteilung dieses Fleisches erlassen. Hiernach dürfen Eber, Zwitter und Kryptorchiden von 40 - 85 kg Schlachtgewicht nur dann als tauglich für den menschlichen Genuß freigegeben werden, wenn sie einem genau vorgeschriebenen Pökelfverfahren unterzogen worden sind. Ansonsten müssen diese sowie alle über 85 kg Schlachtgewicht liegenden Tierkörper generell als minderwertig erklärt werden, vorbehaltlich einer Untauglichkeitserklärung bei hochgradigem Geschlechtsgeruch bei Tieren über 85 kg. Diese pauschale Minderwertigkeitserklärung erfolgt ohne Rücksicht darauf, ob überhaupt eine Geruchsveränderung vorliegt.

Betroffen von dieser Regelung ist, neben der Tiermast, auch die Tierzucht. Gewöhnlich überschreiten abgekörte Jungeber die 85 kg-Grenze und können somit nur noch als minderwertig deklariertes Fleisch mit Verlust über die Freibanken vermarktet werden.

Inwieweit Beziehungen zwischen dem Auftreten von Ebergeruch bzw. dem Androstenongehalt und dem Schlachtgewicht bestehen, sollte an Fettproben, die vornehmlich von abgekörnten Jungebern stammten, untersucht werden. Dabei sollte auch geprüft werden, ob die amtlich vorgeschriebene 85 kg-Grenze nach den Gesichtspunkten der Häufigkeit und Intensität des Geschlechtsgeruches bei Jungebern sachlich gerechtfertigt ist.



2. Schrifttum

2.1. Problematik der Eberverwertung

Die Verwertung von Fleisch, welches von Ebern, Binnenebern und von mit Geschlechtsgeruch behafteten Zwittern stammt, bereitet oft erhebliche Schwierigkeiten.

Im Vordergrund stehen dabei die geltenden Bestimmungen des Fleischbeschaugesetzes. So werden nach § 32 der Ausführungsbestimmungen A (AB.A.; N.N., 1978c) des Fleischbeschaugesetzes (FIBG; N.N., 1980) Tierkörper mit hochgradigem Geschlechtsgeruch untauglich. Weitere Beurteilungskriterien hinsichtlich des Geschlechtsgeruches finden sich im § 47 AB.A.

Danach sind zur Zucht benutzte Eber immer als minderwertig oder untauglich zu reglementieren. Eine derartige Reglementierung muß auch dann erfolgen, wenn der Kastrationszeitpunkt von Ebern weniger als 6 Wochen vor dem Schlachttermin lag. Eber, Binneneber und Zwitter im Schlachtgewichtsbereich von 40 bis 85 kg werden ebenfalls zumindest pauschal minderwertig. Es besteht jedoch die Ausnahmeregelung der Beurteilung tauglich, wenn das Fleisch vorschriftsmäßig nach Anlage 6 AB.A. gepökelt wurde. Die Anwendung der Vorschriften nach § 47 erfolgt generell bei allen in Frage kommenden Tieren, auch wenn bei diesen gar kein Geschlechtsgeruch vorliegt.

Auch in der internationalen Gesetzgebung findet man Regelungen bezüglich des Eberfleisches. So schließen die EWG-Richtlinie Frisches Fleisch (N.N., 1981) Art. 3 (4)a als auch die Mindestanforderungenverordnung (N.N., 1979a) Anlage 1, Abschnitt 6, Nr. 2a das Fleisch von Ebern und Kryptorchiden vom Ex- und Import aus.

Durch diese Vorschriften ist die Tierproduktion nicht in der Lage, sich der vielfältigen ökonomischen Vorteile der Ebermast zu bedienen. Diese bestehen im Vergleich zu Kastraten in höheren Tageszunahmen, besserer Futtermittelverwertung, größeren Fleischanteilen, geringeren Produktionskosten,

sowie Arbeitersparnissen (MORDENTI et al., 1968; WITT und SCHRÖDER, 1969; WALSTRA, 1974; SCHILLING und LAFRENZ, 1977; WACHELAU und REUTER, 1978; N.N., 1978b; N.N., 1978c; WALSTRA und MOERMAN, 1981).

Betroffen ist jedoch auch die Schweinezucht, die zum Zwecke der Selektion eine große Anzahl von Ebern heranzieht. Die vom Tierzuchtgesetz (N.N., 1976b; N.N., 1979b) geforderte Zuchtwertschätzung jeden Ebers vor der Körung bedingt das Ausscheiden eines erheblichen Prozentsatzes der Tiere, die dann einer Verwertung zugeführt werden müssen. Dieser Anteil nicht gekörter Eber liegt zwischen 23 und 61 % (WALPER und KRATZSCH, 1973; N.N., 1982a; N.N., 1983; KÜHNE, 1983), wobei die Schlachtgewichte in der Regel über 85 kg liegen. Somit müssen alle diese Tierkörper nach § 47 AB.A. generell minderwertig beurteilt werden.

Zur Vermeidung derartiger Nachteile werden viele Eber, auch "ausgemusterte" unkastrierte Zuchteber, in das Ausland, z.B. nach Holland verbracht, wo eine großzügigere Regelung bei der Verwertung von Schweinen mit Ebergeruch gilt (NIEDEREHE, 1977; CLAUS, 1978). Die Möglichkeit des Zurückbringens von Fleisch und Fleischprodukten aus diesen Ländern kann nicht ganz ausgeschlossen werden, obwohl ein Verbot nach den EWG-Regelungen existiert.

2.2. Das Ebergeruchsteroid Androstenon: Überblick über Eigenschaften, Stoffwechsel, Bedeutung und Vorkommen in der Natur

2.2.1. Charakterisierung der Geruchsqualität

Das Ebergeruchsteroid 5 α -Androst-16-en-3-on besitzt einen ausgesprochen schweiß- oder urinartigen Geruch (PATTERSON, 1969), der für eine Anzahl von Androgenen ähnlicher Struktur charakteristisch ist, obwohl ihr Geruch weniger intensiv ist.

Von anderen Autoren wird die Ebergeruchsqualität als scharf-zwieblig (LERCHE, 1936), stechend (HORST, 1970), schweineartig ("piggy") (BLAIR und ENGLISH, 1965) oder auch als modrig (ROBB et al., 1977; OTTO und BEHM, 1981) bezeichnet.

Bei einem Riechtest mit der Reinsubstanz 5 α -Androstenon bezeichnete die Mehrzahl der Männer und Frauen den Geruch als tierisch, ammoniakalisch, schweiß- oder urinartig, teilweise aber auch als süß, fruchtig oder parfümartig (GRIFFITH und PATTERSON, 1970).

2.2.2. Aufdeckung der Struktur der Ebergeruchsubstanz

Der erste Bericht über die Anwesenheit von C₁₉- Δ -16-Steroiden beim Schwein stammt von PRELOG und RUZICKA (1944), die zwei moschusartig riechende Substanzen in relativ großen Mengen aus dem Schweinehoden isolierten. Es handelte sich hierbei um die Androstenole 5 α -Androst-16-en-3 α -ol und -3 β -ol.

SINK (1967) postulierte einen Zusammenhang zwischen C₁₉- Δ -16-Steroiden und dem Geschlechtsgeruch beim Schwein. PATTERSON (1968b) gelang es dann, durch Hochvakuumdestillation und Kondensation mit flüssigem Stickstoff aus dem Rückenfett

von Ebern eine Substanz zu isolieren, die bei Börgen und Sauen nicht auftrat.

Die massenspektrographisch ermittelte Strukturformel wies diese Substanz als das 5 α -Androst-16-en-3-on aus. Der Ebergeruchstoff gehört somit zur Androstanreihe, besitzt also 19 C-Atome und ist eng verwandt mit dem Testosteron (Abb. 1). Formal unterscheidet er sich vom Testosteron durch das Fehlen eines Sauerstoffatoms, physiologisch unterscheidet er sich vom Testosteron durch seine fehlende androgene Wirkung, wie von CLAUS (1970) im Kükenkammtest nachgewiesen wurde.

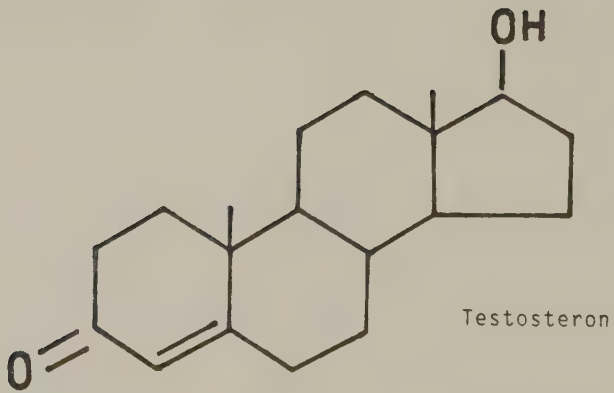
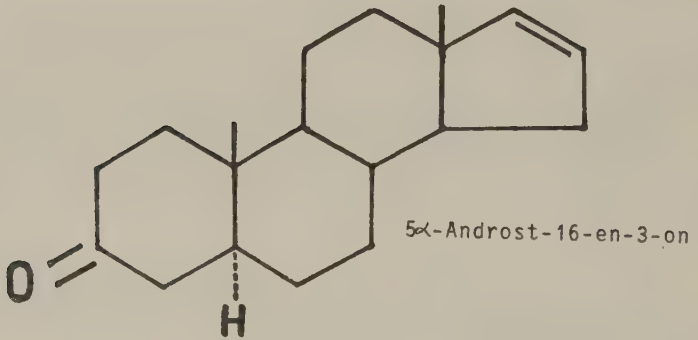
2.2.3. Entstehung und Verteilung von Androstenon im Organismus des Schweines

Als Bildungsort des Androstenons kommen vor allem das Hodengewebe, aber auch die Nebennierenrinde und die Ovarien in Betracht (CLAUS et al., 1971). Die Biosynthese in den Leydig-Zellen des Hodens verläuft für das Androstenon unabhängig von den anderen Hodenhormonen; lediglich die für alle Steroidsynthesen benötigten Vorstufen Pregnenolon und Progesteron werden gemeinsam verwendet (GOWER und KATKOV, 1969; GOWER, 1972).

Durch die stark lipophilen Eigenschaften des Geruchsteroides wird eine Anreicherung dieses Stoffes im Fettgewebe bewirkt (CLAUS, 1970). Während im Plasma nur Konzentrationen im Bereich von Nanogramm pro Milliliter gemessen werden (ANDRESEN, 1974; CLAUS, 1974; SHENOY et al., 1982), finden sich im Fettgewebe Konzentrationen im Bereich von Mikrogramm pro Gramm Fettgewebe (PATTERSON, 1968a; CLAUS, 1970, 1974; ANDRESEN, 1975b; KAUFMANN et al., 1976; MALMFORS et al., 1976).

Untersuchungen, ob an bestimmten Körperstellen die Androstenonkonzentration systematisch höher oder niedriger ist, führten zu unterschiedlichen Ergebnissen. ANDRESEN und BAKKE (1975)

Abb 1: Strukturformeln von Androstenon und Testosteron



stellten signifikante Unterschiede des Androstenongehaltes im Fett von Nacken und Lendenbereich fest. Andere Autoren teilten jedoch mit, daß keine Präferenz der Depotbildung innerhalb des Tierkörpers bestünde (CLAUS, 1975a; MALMFORS et al., 1976; WALSTRA und MATEMAN, 1982).

Trotzdem könnten in einem Tierkörper an verschiedenen Körperstellen unterschiedlich hohe Androstenonwerte gefunden werden (CLAUS, 1975a; ANDRESEN und BAKKE, 1975; WALSTRA und MATEMAN, 1982).

Neben dem Fettgewebe findet auch eine Anreicherung des Geruchstoffes in der Speicheldrüse statt (CLAUS et al., 1971). Diese wurde schon von LERCHE (1936) für den Geruchsnachweis am Tierkörper vorgeschlagen. Da in der Speicheldrüse jedoch auch enzymatische Umwandlungen am Geruchsmolekül vor sich gehen, sind die hier gefundenen Konzentrationen nicht unbedingt repräsentativ für die Geruchsintensität des Schlachtkörpers (CLAUS, 1975a).

DUTT et al. (1959) und CHARETTE (1961) wiesen nach, daß der unangenehme Ebergeruch zwar deutlich im Fett, jedoch nicht im Muskelfleisch wahrnehmbar ist. CLAUS (1975a) konnte selbst mit dem empfindlichen Radioimmunoassay (RIA) bei keiner Muskelprobe einen Meßwert erhalten, der höher lag als der Blindwert der Methode (entsprechend 50 Pikogramm). Der dabei im Muskel festgestellte Fettgehalt lag stets unter 1 %.

Andere im Hoden gebildete $C_{19}-\Delta-16$ -Steroide mit Geruchswirkung tragen kaum zum Geschlechtsgeruch des Schlachtkörpers bei (sie riechen moschusartig-angenehm) oder es findet keine Anreicherung in den Geweben statt (BEERY et al., 1971; GOWER, 1979).

2.2.4. Physiologische Aspekte des Ebergeruches

Bei unseren Hausschweinen tritt die Geschlechtsreife bei frühreifen Rassen im 4. bis 5. Monat, bei spätreifen im 6. bis 8. Lebensmonat ein (KOCH, 1955). ZORN et al. (1968) sowie SMIDT und ROTH (1968) setzten diesen Zeitraum bei 3 bis 4 Monaten an. RÖSTEL et al. (1978) stellten bei vergleichenden zuchthygienischen Untersuchungen fertilitätsgestörter und fertiler Jungeber fest, daß eine erhebliche Zahl der Tiere im Alter von 6 bis 7 Monaten die vollständige Zuchtreife noch nicht erlangt hatten.

Die Ebergeruchskonzentrationen im Fettgewebe beginnen etwa ab der Pubertät anzusteigen und erreichen zum Zeitpunkt des üblichen Schlachtendgewichtes von 100 bis 120 kg Geruchskonzentrationen, die dem Verbraucher nicht mehr zuzumuten sind (CLAUS, 1975a). Bei Messungen über den Schlachttermin hinaus ergab sich bis zum Alter von 250 Tagen ein weiterer steiler Anstieg der Werte, gefolgt von einem drastischen, bisher nicht geklärten Abfall. Bei diesen Tieren blieb der Geruchstoffgehalt bis zum Schlachtzeitpunkt unter 1,0 µg/g Fett (CLAUS, 1975a).

Die Anwesenheit des Geruchstoffes in der Speicheldrüse und im Speichel steht im Zusammenhang mit der physiologischen Bedeutung des Ebergeruches als Pheromon (Sexuallockstoff) (SINK, 1967; CLAUS, 1976). Durch das "Patschen" vor der Paarung erzeugt der Eber Speichelschaum, wodurch ein intensiver Geruchschub auf die Sau übertragen wird (CLAUS und KARG, 1976). SMIDT (1968) weist auf die Bedeutung dieses Sachverhaltes für die präkopulatorische Stimulierung der Sauen hin.

MELROSE et al. (1971) konnten bei Sauen, die zunächst keinen Duldungsreflex zeigten, diesen durch Besprühen mit Androstenon auslösen. Dieses ermöglicht die Brunstfeststellung im Rahmen der künstlichen Besamung ohne die Anwesenheit eines Ebers.

2.2.5. Abhängigkeit des Ebergeruches und des Androstenon- gehaltes von endogenen und exogenen Einflüssen

Entscheidend für das Auftreten des Ebergeruches im Tierkörper ist der Eintritt der Geschlechtsreife (ECHTERNKAMP et al., 1969). Der Zeitpunkt, von dem ab ein rapider Anstieg des Androstenongehaltes im Fett stattfindet, kann für Tiere derselben Rasse sowie unter gleichen Haltungsbedingungen zwischen 100 und 180 Tagen schwanken (ANDRESEN, 1976). Bei frühreifen Rassen, wie z. B. Piétrain, konnten im Vergleich zur Belgischen Landrasse im gleichen Lebendgewichtsbereich wesentlich höhere Steroidkonzentrationen gemessen werden (BONNEAU, 1979). Für die unterschiedlich hohen Androstenonwerte gleichaltriger Tiere machten auch FALKENBERG und BLÖDOW (1981) den unterschiedlichen Eintritt der Geschlechtsreife verantwortlich. Über literaturmäßig belegte rassebedingte Unterschiede der Androstenonkonzentrationen im Fett geben Tab. 1 und 2 Auskunft.

Der Einfluß sexueller Stimulierung auf den Androstenongehalt wurde von CLAUS und ALSING (1976a) untersucht. Die so provozierte Steroidproduktion des Hodens hatte eine Verdoppelung des Ebergeruchsniveaus im Fett zur Folge. Auch die von ANDRESEN und BAKKE (1975) bei 12 Zuchtebern gemessenen relativ hohen Androstenongehalte von durchschnittlich $10,3 \pm 3,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett wurden auf die sexuelle Stimulierung zurückgeführt. Dennoch ergaben Berechnungen, daß das Alter der Tiere eher eine Beziehung zu den Geruchsstoffkonzentrationen hat als die Anzahl der Deckakte. SCHULMANN (1974) konnte bei 130 Besamungsebern keine Beziehung zwischen der Intensität des Geschlechtsgeruches und dem Geschlechtstrieb oder dem Schlachtagter feststellen.

Änderung der Haltungsform führten bei Untersuchungen von CLAUS und ALSING (1976a) sowie ANDRESEN (1975) zu einem Anstieg der Ebergeruchskonzentration. Eine erhöhte Umstellungsfrequenz während der Mast und hierdurch erfolgte sexuelle Stimulierung machten WACHELAU und REUTER (1978) für die erhöhte

Tab. 1: Mittlere Androstenongehalte im Fett von Ebern
unterschiedlicher Rassen und Lebendgewichte

Autor	Rasse	Lebendgewicht (kg)	Tierzahl	Androstenongehalt ($\mu\text{g/g}$ Fett)		
				$\bar{x}$	s	V %
MALMFORS und ANDRESEN (1975)	Schwed. Landrasse + Yorkshire	100 - 110	111	1,20	1,09	91
ANDRESEN (1976)	Norweg. Landrasse	90	18	3,14	2,75	88
WACHELAU und REUTER (1978)	Deutsch. Landrasse	80 - 140	156	min. 0,03 max. 2,46		--
BONNEAU und DESMOULIN (1979)	Camborough	ϕ 100	77	1,16	---	--
BONNEAU et al. (1979)	Piétrain	90 - 110	72	1,75	1,19	68
	Belg. Landrasse	90 - 110		0,61	0,34	56
JOHNSON et al. (1981)	Dän. Landrasse	90	648	0,93	0,70	75

$\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert V = Variationskoeffizient

s = Standardabweichung

Tab.2: Häufigkeit und Höhe literaturmäßig belegter
Androstenongehalte bei Ebern unterschiedlicher
Rassezugehörigkeit

Autor	Rasse	Androstenonbereich ($\mu\text{g/g}$ Fett)		
		$\leq 0,5$	$> 0,5 \leq 1,0$	$> 1,0$
WACHELAU und REUTER (1978)	Deutsche Landrasse*)	75 %	14 %	9 %
BONNEAU und DESMOULIN (1979)	Large White	53 %	44 %	3 %
	Belgische Landrasse**)	40 %	47 %	13 %
	Piétrain **)	13 %	13 %	74 %

*) Lebendgewicht 80 - 140 kg **) Lebendgewicht 90 - 110 kg

geruchliche Beanstandungsrate dieser Tiere verantwortlich.

Bei Ebern im Lebendgewichtsbereich von 85 bis 122 kg fand WALKER (1980) bei schnell herangewachsenen Tieren einen signifikant stärkeren Geschlechtsgeruch als bei den langsam gewachsenen. BONNEAU (1982) berichtet über einen starken Anstieg des Androstenongehaltes bei ad-libitum-Fütterung. Hingegen konnten MALMFORS und ANDRESEN (1975) keinen signifikanten Einfluß des Fütterungsniveaus (ad libitum und restriktiv) auf den Androstenongehalt feststellen. ELSLEY (1968) verzeichnete dagegen bei reduziertem Fütterungsniveau einen erhöhten Anteil geruchsbeanstandeter Eber.

Jahreszeitliche Einflüsse auf die Konzentration des Steroids im Fett konnten FALKENBERG und BLÖDOW (1981) an 192 untersuchten Landrasse- und Edelschweinebern aufzeigen. Bei der Winterschlachtung ergaben sich deutlich höhere Androstenonwerte als im Frühsommer und Herbst, wobei letztere sich nur unwesentlich voneinander unterschieden.

Über die Beziehung von Alter, Gewicht und Androstenongehalt sind die Literaturangaben recht unterschiedlich. FALKENBERG und BLÖDOW (1981) vermuten bei Ebern eine Interaktion zwischen physiologischer Entwicklung, Alter und Lebendmasse einerseits und dem Auftreten des Ebergeruches andererseits. Insgesamt soll jedoch mit steigendem Alter und damit auch mit steigender mittlerer Lebendmasse mit einem verstärkten Auftreten des Steroides zu rechnen sein (CLAUS, 1975a; ANDRESEN und BAKKE, 1975; FALKENBERG und BLÖDOW, 1981).

Dieses stimmt mit Resultaten von MALMFORS et al. (1978b) überein, wobei Eber mit hoher Lebendmasse (130 kg) gegenüber leichteren Tieren (70 bis 110 kg) teilweise einen signifikant höheren Androstenongehalt und Geschlechtsgeruch aufwiesen. Auch ELSLEY (1968) konnte im Lebendgewichtsbereich von 55 bis 118 kg eine signifikante Zunahme der Geruchsintensität feststellen. WACHELAU und REUTER (1978) erkannten im Lebendgewichtsbereich von 80 bis 140 kg bei Jungmastebern eine nur tendenzielle Beziehung zwischen dem Androstenongehalt und

dem Schlachtgewicht. Beim Kriterium Lebensalter war dieses nicht der Fall. Jedoch konnten bei höhergewichtigen Tieren signifikant bessere sensorische Identifizierungsergebnisse erzielt werden als bei den leichteren Tieren.

Für einen Gewichtsbereich von 70 bis 130 kg und einen Altersbereich von 160 bis 260 Tagen konnten PATTERSON und STINSON (1971) keine Beziehung zur Geschlechtsgeruchsintensität aufzeigen.

2.2.6. Vorkommen von Eberpheromonen bei Menschen und Pflanzen

Untersuchungen von Blutplasma, Achselschweiß und Fettgewebe des Menschen zeigten, daß auch hier das Ebergeruchsteroid Androstenon vorkommt (CLAUS und ALSING, 1976b). Während bei Männern das Steroid in allen drei der untersuchten Substrate zu finden war, konnte es bei Frauen nur im Fettgewebe gefunden werden. Das Fettgewebe hat auch hier, wie beim Schwein, eine Speichereigenschaft.

Das moschusartig riechende 5 α -Androst-16-en-3-ol (Androstenol) konnte bei beiden Geschlechtern im Urin nachgewiesen werden.

Die physiologische Rolle des Androstenon beim Menschen ist noch unbekannt. Eine Gruppe von Forscherinnen fand jedoch heraus, daß Frauen, die regelmäßig diesem Geruch ausgesetzt sind, kürzere Menstruationszyklen haben, also fruchtbarer sind (N.N., 1982b). KIRK-SMITH et al. (1978) untersuchten den Einfluß des Andostenolgeruches auf Frauen und Männer, denen Fotografien normal bekleideter Frauen vorgelegt wurden. Bei Anwesenheit des Geruches schien die sexuelle Anziehungskraft der Frauenfotografien für beide Geschlechter vergrößert zu sein.

Auch in Pflanzen kommt Androstenon vor. Anstoß zur Untersuchung auf dieses Steroid war der Geruch beim Garen von Pastinak (auch: Hammelmöhre; Wurzel als Gemüse) und Sellerie.

Der Geruchstoffgehalt im Pastinak war fast gleich groß wie der im Plasma von erwachsenen Ebern (CLAUS und HOPPEN, 1979).

Die Vorliebe der Schweine, nach Trüffeln zu suchen, mag daran liegen, daß diese das moschusartig riechende Eberpheromon Androstenol enthalten (CLAUS et al., 1982).

2.2.7. Das Auftreten von Ebergeruch bei Sauen und Kastraten

Der Gehalt von Androstenon im Fettgewebe von weiblichen Schweinen wird von ANDRESEN (1975b) mit kleiner als $0,09 \mu\text{g/g}$ Fettgewebe, bei Kastraten zwischen 0 und $0,11 \mu\text{g/g}$ angegeben. KAUFMANN et al. (1976) fanden bei Sauen und Kastraten zwischen $0,02$ und $0,06 \mu\text{g}$ des Steroides pro Gramm Fett. Mit durchschnittlich $0,26 \mu\text{g/g}$ Fett und einer Spannweite von 0 bis $0,62 \mu\text{g/g}$ lagen die bei Kastraten ermittelten Androstenonwerte von MOTTRAM et al. (1982) vergleichsweise hoch.

Nach CLAUS (1970) erklärt das Vorkommen von geringen Androstenonmengen im Plasma von weiblichen und männlich-kastrierten Schweinen in Verbindung mit der Speichereigenschaft des Fettgewebes für dieses Steroid, warum gelegentlich Tiere mit sogar deutlichem Geschlechtsgeruch gefunden werden.

Bei kryptorchiden Schweinen produziert der zurückgebliebene Hoden zwar keine Spermien, jedoch noch beträchtliche Mengen an maskulinisierenden Hormonen (BISHOP, 1969) sowie offensichtlich in reichlicher Menge Androstenon. In der tierärztlichen Untersuchungspraxis werden Binneneber oft als stark riechend befunden.

Eine abnorme Funktion der Nebennierenrinde (vergleichbar mit dem CUSHING-Syndrom beim Menschen) kann sowohl bei Sauen als auch Kastraten zu Ebergeruch führen. Nach BISHOP (1969) werden dort neben anderen Steroiden auch Androgene gebildet.

Für das Auftreten des Ebergeruches bei Kastraten kommt auch die Möglichkeit in Betracht, daß sich in dem nach der Kastration im Tier verbleibenden Teil der Samenstränge noch Reste von androgenbildenden LEYDIG-Zellen befinden (BISHOP et al. 1964).

Auch die beim Schwein nicht selten vorkommenden Zwitter mit maskulinem Gonadenanteil kommen als Ursache für das Auftreten des Ebergeruches bei diesen Tieren in Frage (BISHOP, 1969).

2.3. Sensorischer Nachweis der Ebergeruchssubstanz

2.3.1. Besonderheiten bei der Wahrnehmung der Ebergeruchssubstanz

Über Unterschiede in der Empfindlichkeit bei der Wahrnehmung des Ebergeruches wird von verschiedenen Autoren berichtet. So können starke Schwankungen sowohl innerhalb von Personengruppen (LERCHE, 1936; GRIFFITH und PATTERSON, 1970; BEERY et al., 1971; WACHELAU, 1980; WALSTRA und MATEMAN, 1982) als auch bei derselben Person vorkommen (BEERY et al., 1971; WACHELAU, 1980).

Nach Wahrnehmung einer besonders intensiven Probe kann für Stunden das Gefühl aufkommen, den Geschlechtsgeruch weiter zu empfinden (BEERY et al., 1971).

Bei Riechtests mit Männern und Frauen, die mit der Reinsubstanz Androstenon durchgeführt wurden, machten GRIFFITH und PATTERSON (1970) die Erfahrung, daß das Erkennen der Geruchssubstanz in hohem Maße vom Geschlecht des Prüfers abhängt. Während 92 % der beteiligten Frauen den Geruch der Prüfsubstanz wahrnehmen konnten, lag der Prozentsatz bei den Männern nur bei 46 %. Über ähnliche Tendenzen, wenn auch nicht so ausgeprägt, berichteten auch andere Autoren (CLAUS, 1978; WACHELAU und REUTER, 1978; WACHELAU, 1980).

2.3.2. Eignungsuntersuchungen der Prüfpersonen für den sensorischen Test

Die Frage, ob eine Person überhaupt in der Lage ist, den typischen Geschlechtsgeruch zu erkennen oder nicht, ist für ihren Einsatz als Prüfer von entscheidender Bedeutung. Die beschriebenen Möglichkeiten hierzu sind vielfältig.

So wurde die Eignung der Prüfer sowohl an nativen, eindeutig mit Geschlechtsgeruch behafteten und geruchsfreien Fettproben (BLAIR und ENGLISH, 1965; ELSLEY, 1968; WACHELAU und REUTER, 1978; WACHELAU, 1980) als auch an synthetisch hergestelltem reinen Androstenon untersucht.

Für die Aufstellung einer Eliteprüfgruppe ließ ELSLEY (1968) seine Probanden nicht nur an synthetischem Geruchsteroid und nativen Fettproben testen, sondern überprüfte auch, ob zwischen Fettproben mit Geschlechtsgeruch und solchen mit anderweitigen unerwünschten Gerüchen Unterschiede werden konnten.

Die Darbietung der reinen Geruchsubstanz für die Riechtests erfolgte auf unterschiedliche Weise: in Fläschchen (ELSLEY, 1968), auf Uhrgläsern (GRIFFITH und PATTERSON, 1970), mit Schmalz vermischt (PATTERSON und STINSON, 1971), an Glasstäbchen (WALKER, 1980) oder auf Riechpapieren (WACHELAU und REUTER, 1978; WACHELAU, 1980).

Zur Auswertung seines Riechtests, der zur Bewertung des Gerüchsstoffes Androstenon führen sollte, bediente sich WALKER (1980) der einfachen Kriterien des Erkennens oder Nichterkennens des Geruchsteroids Androstenon. Genauere Bewertungen der Prüfer hinsichtlich ihrer sensorischen Eignung erzielten PATTERSON und STINSON (1971), indem sie mehrere Konzentrationsstufen des Geruchstoffes nach dem Rang ihrer Intensität ordnen ließen. In ähnlicher Weise prüfte auch WACHELAU (1980) seine Probanden. Mit Hilfe eines errechenbaren Rangordnungsmaßes konnte er die tägliche Verfassung der Prüfer feststellen.

MOERMAN und WALSTRA (1978) empfahlen jedoch, bei der Selektion der Prüfer nicht die empfindlichsten Personen aus-

zuwählen, sondern diejenigen mit einer "normalen" Empfindlichkeit. Dieser Ratschlag gründet auf der von ihnen gemachten Erfahrung, daß sehr empfindliche Untersucher weniger reproduzierbare Ergebnisse erbrachten als die normal empfindlichen Prüfer.

2.3.3. Schwellenwert zur Erkennung des Ebergeruches im Schweinefleisch

Die Schwelle, von der an der Ebergeruch wahrgenommen wird, wurde von verschiedener Seite untersucht. Im allgemeinen soll es bei dafür empfindlichen Verbrauchern erst ab etwa 1,0 µg Androstenon pro Gramm Fett zur Ablehnung des Produktes kommen (CLAUS, 1978).

Jedoch sind vereinzelt auch Geschlechtsgeruchidentifizierungen bei Werten von 0,4 µg/g Fett und darunter verzeichnet worden (CLAUS, 1976; WACHELAU und REUTER, 1978).

KAUFMANN et al. (1976) halten bei Fleisch für den menschlichen Genuß einen Geruchstoffgehalt bis zu 0,1 µg/g Fettgewebe für akzeptabel. Dieses stünde in Übereinstimmung mit THOMPSON und PEARSON (1977), die bei Tieren mit mehr als 0,1 µg/g Fett wenigstens schwachen Ebergeruch feststellten, so daß sie dieses Fleisch in frischem Zustand nicht für vermarktungsfähig hielten.

Untersuchungen von OTTO und BEHM (1981) ergaben, daß bei einem Gehalt von über 0,43 µg Androstenon pro Gramm Fett bei mehr als 95 % der geprüften Eber Geschlechtsgeruch sensorisch ermittelt werden konnte. Da die Festlegung eines Grenzwertes nicht für möglich gehalten wird, schlagen die Autoren einen Grenzbereich vor, der sich von 0,09 bis 0,43 µg/ Fettgewebe erstreckt. Unter 0,09 µg/g dürfte kaum, über 0,43 µg/g Fett mit größter Wahrscheinlichkeit Ebergeruch zu erwarten sein.

BONNEAU und DESMOULIN (1979) machten die Erfahrung, daß bei einem Gehalt von mehr als 1,0 µg Androstenon pro Gramm

Fett das Fleisch bei der Zubereitung in 57 % der Fälle einen unangenehmen Geruch hatte. Bei weiteren Verbraucher-tests wurde festgestellt, daß Eberfleisch mit einem Androstenongehalt von weniger als 0,5 µg/g Fett für Braten und Koteletts und bis zu 1,0 µg/g für Fleischprodukte Verwendung finden kann (BONNEAU und DESMOULIN, 1981).

Einen beispielhaften Vergleich von subjektiven Beurteilungen des Ebergeruches im Hinblick auf das im Fett enthaltene Androstenon zeigt die Tab. 3. Die Tab. 4 veranschaulicht den in der Literatur beschriebenen Zusammenhang zwischen dem Androstenongehalt und den sensorischen Beurteilungen anhand der Korrelationskoeffizienten.

Tab. 3: Beispiele von subjektiven sensorischen Beurteilungen des Ebergeruches und die Zuordnung zu Androstenongehalten im Fett

Einteilung nach CLAUS (1978)	Androstenon (µg/g Fett)	Einteilung nach MALMFORS et al. (1978b)
keine Wahrnehmung	0,0 0,1 0,2	keine Probe wird als stark riechend bezeichnet; vereinzelt Ablehnung durch Verbraucher möglich
vereinzelte Wahrnehmung	0,3 0,4	
individuell	0,5 0,6	
zunehmende Wahrnehmung	0,7 0,8 0,9	
regelmäßige Wahrnehmung wahrscheinlich	1,0 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6	
	und darüber	über 80 % der Tiere mit starkem Ebergeruch

Tab. 4: Literaturangaben über Korrelationen des Androstenongehaltes mit den sensorischen Beurteilungen bei unterschiedlichen Nachweismethoden

Autor	Korrelations- koeffizient r	Androstenonnachweismethode	
		quantitativ	sensorisch
PATTERSON und STINSON (1971)	0,76	GC	Lötkolben
RHODES (1971)	0,83	GC	Ausschmelzprobe
OTTO und BEHM (1979)	0,65	GC	Ausschmelzprobe
OTTO und BEHM (1981)	0,65	GC	-----
MALMFORS und ANDRESEN (1975)	0,51	RIA	Lötkolben
	0,54	RIA	Bratprobe *)
Bonneau et al. (1979)	0,41-0,57	RIA	Lötkolben
	0,44-0,54	RIA	Kochprobe
HANSSON et al. (1980)	0,6	RIA	Lötkolben
OCKERMANN et al. (1981)	0,36	RIA	Kochprobe
	0,35	RIA	Lötkolben
	0,34	RIA	Geschmacksprobe
WALSTRA und MOERMAN (1981)	0,68	ELISA	----- **)
WALSTRA (1982)	0,71	ELISA	Bratprobe

*) Fett in Alufolie 30 min bei 180 °C im Bratofen

**) Beurteilung durch Hausfrauengruppe

GC = Gaschromatographie

RIA = Radioimmunosorbentassay

ELISA = Enzym-linked-Immunsorbent-assay

2.3.4. Methoden des sensorischen Ebergeruchsnachweises

Der Geschlechtsgeruch im Fettgewebe kann subjektiv anhand erhitzter Fett- oder mit Fett durchwachsender Muskelproben bestimmt werden.

Die hierzu verwandten Verfahren sind zum Teil vorgeschriebene Hilfsuntersuchungen in der Fleischschau. So wird die Koch- und Bratprobe verlangt (§ 20 (2) AB.A.), wenn der Verdacht einer Reglementierung nach § 32 AB.A. vorliegt (hochgradiger Harn- oder Geschlechtsgeruch). Die beiden Prüfmethoden sind ausführlich in der einschlägigen Literatur beschrieben und kommentiert worden (SCHÖNBERG und ZIETSCHMANN, 1944; BARTELS, 1968; SEYBT, 1975).

Als frühester Termin für die Probenentnahme zur Durchführung der Koch- und Bratprobe kommt nach MAHR (1974) 24 Stunden nach der Schlachtung in Betracht. Wird mit der Entnahme bis unmittelbar vor dem Inverkehrbringen des Fleisches gewartet, können auch eventuell zwischenzeitlich eingetretene Veränderungen des Fleisches miterfaßt werden. Ein abnormer Geruch oder Geschmack kann sich in der fraglichen Zeit u.U. verringert oder verstärkt haben.

Die Größe der Muskelprobe mit anhaftendem Fettgewebe sollte in der Regel die Größe einer kleinen Faust haben.

2.3.4.1. "Kochprobe"

Bei der Kochprobe wird das Fleisch mit genügend Wasser so lange gekocht, bis es gar ist. Der Geruch wird zunächst am entweichenden Dampf, an der Fleischbrühe und der Fleischaußenfläche sowie an einer Schnittfläche geprüft. Durch intensives Kauen einer kleinen Probe wird auch der Geschmack beurteilt (SCHAUSER, 1957; MAHR, 1967). BARTELS (1968) empfiehlt, die Geruchsprüfung während des Siedens, des Erkaltes und nach dem Erkalten durchzuführen.

2.3.4.2. "Ausschmelzprobe" (Bratprobe)

Zur Ausschmelzprobe wird Fett, das Geruchsabweichungen am deutlichsten aufzeigen kann, gewürfelt und vorsichtig erhitzt. Das Fett darf keinesfalls anbraten, da der brenzlige, griebige Geruch andere Nuancen überdecken kann. SEYBT (1975) schlägt für das Ausschmelzen die Erhitzung in einem Erlenmeyerkolben im heißen Wasserbad oder auf einer erhitzten Asbestplatte vor. Die Geruchsprüfung ist sowohl am erhitzten als auch am erkalteten Fett vorzunehmen.

Für die Überprüfung einer größeren Anzahl von Proben eignet sich auch die von WACHELAU und REUTER (1978) beschriebene Methode. Als Ausschmelzgefäße dienen selbstgefertigte Einweg-Aluminiumgefäße, die 20 bis 25 g gewürfeltes Fett aufnehmen können. Mehrere Behältnisse können gemeinsam in einer Pfanne erhitzt und beurteilt werden.

CLIPLEF und STRAIN (1980) benutzten für diesen Zweck hermetisch verschlossene Probengefäße (Scintillationsröhrchen), die in einem Mikrowellenherd erhitzt wurden. Die beim Öffnen der Gefäße entweichenden flüchtigen Bestandteile des Fettes wurden dann begutachtet.

2.3.4.3. Lötkolben- und Handsieglermethode

Gute Ergebnisse erzielten JARMOLUK et al. (1970) mit ihrer Lötkolbenmethode ("hot-iron"-Technik), wobei die Fettausschmelzung und die Geruchsbeurteilung direkt am Tierkörper vorgenommen werden. Die Brauchbarkeit des Verfahrens bestätigen auch andere Anwender (PATTERSON und STINSON, 1971); MALMFORS und HANSSON, 1974; WALKER, 1978; OCKERMAN et al., 1981).

Eine Variante der Lötkolbenmethode stellten WALSTRA et al. (1977) und MOERMAN und WALSTRA (1978) vor. Sie verwendeten einen Teflonbeschichteten Handsiegler, wie er normalerweise zum Verschweißen von Verpackungsfolien verwendet wird. Die Anwendung am Tierkörper gleicht der des Lötkolbens.

Die Eignung des Gerätes wurde auch von WACHELAU und REUTER (1978) an Laborproben untersucht und bestätigt. Bei einem Anwendungsversuch des Handsieglers in der Schlachtlinie zeigte sich, daß die Untersucher die Geruchsstärke nicht endgültig festlegen konnten. Jedoch eignete sich die Methode als orientierende Maßnahme, um verdächtige Tiere herauszufinden. Die betroffenen Tierkörper werden nach 24 Stunden Kühlung endgültig beurteilt. Soll eine definitive Beurteilung schon in der Schlachtlinie erfolgen, müssen die Tiere von wenigstens 2 Prüfern begutachtet werden (WALSTRA et al., 1977; WALSTRA und MATEMAN, 1982).

2.3.4.4. Geruchsbeurteilung durch trainierte Mäuse

Neuerdings wurde in Dänemark der Versuch unternommen, mit Hilfe von speziell trainierten Mäusen den Ebergeruch sensorisch feststellen zu lassen (KÜHNE, 1983). Die in dem Versuch verwendeten zwei Mäuse lagen in ihren Beurteilungen im Vergleich zu einer Prüfergruppe nur in 10,7 % der Fälle falsch bezüglich eines Geruchsschwellenwertes, von dem ab eine Ablehnung der Tierkörper durch die Prüfer erfolgte. Hochrechnungen ergaben, daß bei der Verwendung von 4 Mäusen dieser Fehler auf weniger als 1 % vermindert werden könnte.

2.3.5. Ergebnisse von Verbrauchertests mit Eberfleisch oder -produkten

Aus verschiedenen europäischen Ländern liegen Mitteilungen über Versuche vor, die Reaktion des Verbrauchers als dem zuletzt Betroffenen bei der Verwertung von Eberfleisch zu erkunden.

RHODES (1971) machte bei einem Verbrauchertest in englischen Haushalten die Erfahrung, daß 90 % der Konsumenten, die gepökelten Eberschinken zubereitet und verzehrt hatten,

gänzlich zufrieden damit waren. Von den übrigen 10 % beanstandeten einige nicht nur Produkte von Ebern, sondern auch von Sauen. Nach den Erhebungen von PEARSON et al. (1971) in den Vereinigten Staaten von Amerika gab es bei 22 verschiedenen Produkten aus stark riechendem Eberfleisch vorwiegend nur dann Beanstandungen, wenn diese vor dem Verzehr erhitzt wurden.

Die Reaktionen aus niederländischen Haushalten, die Speck und Fleisch von Jungebern zu verkosten hatten, liegen auf derselben Linie. Beim Geruch beurteilten 73 %, beim Geschmack 58 % der Leute die Proben als "ebenso gut wie normal" (MOERMAN und WALSTRA, 1978).

Bei zubereitetem Frischfleisch von Ebern gaben französische Konsumenten in 15-30 % der Fälle ungünstigere Benotungen als für Kastratenfleisch. Bei Kochschinken, aus demselben Material hergestellt, wurden jedoch keine Unterschiede zwischen Eber- und Kastratenprodukten gefunden (BONNEAU et al., 1979).

Bei Schinken nach "Pariser Art" und bei Rohwürsten lag die Häufigkeit der Verbraucherbeschwerden bei den Eberprodukten bei 28 bzw. 24 % und somit in der Größenordnung der Beanstandungen bei den Kontrollprodukten, die bei 24 bzw. 18 % lagen (DESMOULIN et al., 1981).

MARBERRY (1978) vermutet kulturelle Unterschiede bei der Essenszubereitung sowie im Konsumverhalten als Grund dafür, daß Eber in England, im Gegensatz zu den USA, für den Verbraucher kein Problem darstellen.

2.3.6. Intensität und Häufigkeit sensorisch festgestellter Geruchsabweichungen unterschiedlicher Eberpopulationen

Die in der Literatur beschriebenen Geruchsbeanstandungen bei Ebern weichen bezüglich ihrer Häufigkeit als auch ihrer Höhen oft voneinander ab.

Bei 352 sensorisch beurteilten Jungebern mit einer Körpermasse von 90 bis 120 kg bzw. einem Alter von 180 bis 250 Tagen wiesen bei Untersuchungen von OTTO und BEHM (1979) nur 0,6 % der Tiere einen starken und 5,7 % einen mittleren Ebergeruch auf. Die überwiegende Mehrzahl der Eber war demnach nur durch schwachen oder keinen Ebergeruch gekennzeichnet.

WALPER und KRATZSCH (1973) stellten fest, daß von 1124 untersuchten Jungebern 89 % eine mäßige bis mittelgradige Geruchsabweichung aufwiesen. MALMFORS und HANSSON (1974) fanden, daß bei 40 % von 500 untersuchten Ebern kein, bei 40 % mittlerer und bei 20 % starker Ebergeruch vorlag.

KRAUSE (1977) stellte bei sensorischen Prüfungen von Jung-ebern fest, daß in der Masseklasse unter 120 kg 55 % der Tiere als tauglich benannt werden konnten. In der Masseklasse über 130 kg betrug der Anteil tauglicher Jungeber nur noch 36,6 %. Bei 400 geprüften Ebern im Lebendgewichtsbereich von 90 bis 120 kg konnten nach OTTO und BEHM (1980) 63 % als geruchsfrei klassifiziert werden. Keiner der Eber wies einen starken Geschlechtsgeruch auf.

Bis zum Schlachtgewicht von 80 kg ergab sich für Jungmasteber der Deutschen Landrasse eine Beanstandungsquote von lediglich 10 - 12 % (WACHELAU und REUTER, 1978). WALSTRA (1974) lag mit einer Beanstandungsrate von 6 % bei 2000 untersuchten Jungmastebern noch weiter unter diesem Wert.

Auf Grund derart unterschiedlicher Beurteilungen kommen OTTO und BEHM (1979) zu der Auffassung, daß offensichtlich große Unterschiede in den geruchlichen Einstufungen bestehen, wenn nicht unterstellt würde, daß tatsächlich so große Unterschiede bei den Tieren vorhanden sind. BONNEAU et al. (1979) stellten fest, daß die Art der Testverfahren und die individu-

ellen Eigenschaften der Prüfer zu verschiedenen Ergebnissen führen.

2.4. Mögliche Zusammenhänge des Ebergeruches mit anderen im Tierkörper vorkommenden Substanzen

Seit der Identifizierung des 5α -Androst-16-en-3-on durch PATTERSON (1968a) wurde dieses Steroid als hauptverantwortlich für den Ebergeruch angesehen. Daß zwischen dem sensorisch ermittelten Ebergeruch und dem analytisch bestimmten Androstenon ein gewisser Zusammenhang besteht, zeigen die von verschiedenen Autoren ermittelten Korrelationskoeffizienten für diese beiden Parameter (Tab. 4).

THOMPSON et al. (1972) fanden im Fett von Ebern neben dem 5α -Androstenon auch das Epimer 5β -Androstenon, dem jedoch keine große Rolle bei der Ausprägung des Geruches zugeschrieben wird. Jedoch sollen das im Fett ebenfalls enthaltene 5α - und/oder 5β -Androstenol zum Geschlechtsgeruch beitragen.

Das 5α -Androstenol wird im niedrigen Konzentrationsbereich als süßlich, in höheren Konzentrationen ebenfalls als typischer Ebergeruch empfunden (OTTO und BEHM, 1979). Dieselben Autoren wiesen darauf hin, daß noch weitgehend Unklarheit darüber herrsche, welchen Einfluß die Metabolisierungsprodukte des Androstenon und die leicht flüchtigen Substanzen des Fettgewebes auf die Geruchsqualität haben.

Als verantwortlich für den "äußeren" Ebergeruch wurde von PATTERSON (1967) vor allem p-Kresol identifiziert. Diese Verbindung tritt in der Präputialflüssigkeit zusammen mit weiteren Phenolen auf.

VOLD (1970) isolierte eine stark riechende Komponente aus dem Eberfett, die er aufgrund massenspektrometrischer und gaschromatographischer Untersuchungen für Skatol (3-Methyl-Indol) hielt. Die Anwesenheit von Skatol im Fett von Ebern

wurde in anderen Untersuchungen von WALSTRA und MAARSE (1970) und MAARSE (1972) bestätigt.

Sowohl Skatol als auch Indol sind Zersetzungsprodukte von Tryptophan und werden im Verdauungstrakt gebildet (HANSSON et al., 1980). Beides sind stark riechende Substanzen. Zwischen Androstenon und Skatol wurde sensorisch eine signifikante Wechselbeziehung festgestellt, was wahrscheinlich bewirkt, daß diese beiden Substanzen in Kombination eine höhere Ebergeruchstärke ergeben. Etwa 50 % der Variation der Ebergeruchstärke kann der Kombination dieser beiden Substanzen zugeschrieben werden. Rechnet man Indol mit hinein, ergibt sich jedoch keine Zunahme der Erkennungskoeffizienten für den Ebergeruch.

WISMER-PEDERSEN (1968) fand bei einem Eber mit starkem Geschlechtsgeruch höhere Öl- und Linolsäuregehalte als bei einem nicht riechenden Eber. Durch eine Diät, die den Gehalt der beiden Fettsäuren verminderte, konnte der Geschlechtsgeruch allerdings auch nicht beseitigt werden. Bei älteren Ebern wurde zwischen der Ebergeruchstärke und der Jodzahl des Rückenfettes eine Korrelation von 0,65 ermittelt (WISMER-PEDERSEN, 1967).

Daß der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren bei Ebern höher ist als bei Sauen und Kastraten, berichteten MALMFORS et al. (1978a) und NEDELNIUC et al. (1978) übereinstimmend. BONNEAU et al. (1979) fanden signifikante Beziehungen zwischen dem Verhältnis von ungesättigten zu gesättigten Fettsäuren und dem Androstenongehalt im Rückenfett ($r=0,79$).

2.5. Verfahren zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Ebergeruchsteroides 5 α -Androst-16-en-3-on im Fettgewebe

2.5.1. Biologisches Verfahren

Das von FØRLAND et al. (1980) angewandte Verfahren beruht auf einer einfachen Längenmessung der Glandulae bulbo-urothrales. Die Länge sowie auch das Gewicht dieser Drüse steht in großem Zusammenhang mit dem gemessenen Androstenonwerten im Fett ($r=0,56-0,75$). Dieser Zusammenhang wird jedoch nicht auf den Einfluß des Androstenons zurückgeführt. Vielmehr spiegelt diese Drüse den Einfluß der anderen Hodenhormone wider, die im Verlauf der geschlechtlichen Entwicklung und Reife vermehrt produziert werden. Somit kann bei Jungebern anhand der Größe der Drüse auf den Androstenongehalt im Fettgewebe geschlossen werden.

Die Autoren halten es für möglich, daß durch die Längenmessung der Drüse die Zahl der auf Geruchsabweichungen zu untersuchenden Eber reduziert werden kann.

2.5.2. Gaschromatographie (GC)

Mit Hilfe der Gaschromatographie wurde zuerst versucht, das bisher nur subjektiv zu beurteilende Merkmal "Ebergeruch" objektiv zu erfassen. Das gemeinsame Prinzip aller hierfür entwickelter Verfahren ist es, die gesuchte Substanz in möglichst konzentrierter und gereinigter Form aus dem entsprechenden Substrat zu gewinnen.

PATTERSON (1968a) entzog mit Hilfe der Hochvakuumdestillation dem Fett bei 90 °C alle flüchtigen Substanzen, darunter auch den bekanntlich flüchtigen Ebergeruchstoff. Durch Kondensation bei -196 °C konnte dieses Substanzengemisch gewonnen und der weiteren gaschromatographischen Analyse und massenspektrometrischen Identifizierung des Ebergeruchstoffes zugeführt werden.

Für die quantitative Bestimmung mußte PATTERSON (1969) das oben beschriebene Verfahren modifizieren. Zusätzliche Arbeitsschritte, wie Verseifung und Dünnschichtchromatographie, wurden vor der Gaschromatographie erforderlich.

Durch Zusatz bekannter Mengen des Geruchsteroides zu androstenonfreiem Fett (externe bzw. indirekte Eichung) wurde eine Wiederfindungsrate des Steroides von $92 \pm 5\%$ ermittelt, wobei sich die Dünnschichtchromatographie als die Hauptverlustquelle herausstellte. Die Wiederfindungsrate diente zur Korrektur bei der Ermittlung unbekannter Androstenongehalte in biologischen Proben. Nach dem gleichen Quantifizierungsprinzip arbeitet auch die gaschromatographische Methode von FUCHS (1971).

Ein Verfahren zur qualitativen Darstellung des Androstenon wurde von BEERY et al. (1971) beschrieben. Nach Verseifung des Fettes und Extraktion des Nichtverseifbaren erfolgte eine Auftrennung in eine Keton- und eine Nichtketonfraktion. Das Androstenon und einige weitere schweißartig riechenden Substanzen in geringer Menge konnten gaschromatographisch bzw. simultan geruchschromatographisch nur in der Ketonfraktion nachgewiesen werden.

Auch THOMPSON et al. (1972) gewannen aus dem Fett zunächst die nichtverseifbare Fraktion. Zur weiteren Auftrennung benutzten sie die Dünnschichtchromatographie. Anhand eines Leitchromatogrammes, welches verschiedene Substanzen enthielt, konnten die entsprechenden Fraktionen aus dem Nichtverseifbaren ermittelt und sowohl gaschromatographisch als auch massenspektrometrisch untersucht werden.

Dieses qualitative Verfahren entwickelten THOMPSON und PEARSON (1977) zu einer quantitativen Methode weiter, indem sie zu den Untersuchungsproben definierte Mengen von deuteriummarkiertem Androstenon zusetzten. Durch die anschließende Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) konnten die markierten von den nicht markierten Molekularionen

des Androstenons unterschieden werden. Diese Unterscheidung ermöglichte die Bestimmung des eigentlichen Androstenongehaltes der Probe.

Die Anwendung der Radioisotopentechnik zur quantitativen Bestimmung des Androstenon in Schweinefett wurde zuerst von CLAUS (1970) bzw. CLAUS et al. (1971) vorgestellt. Das Aufarbeitsverfahren erfordert umfangreiche Arbeitsschritte, wie z.B. Homogenisation, Extraktion, zwei säulen- und ein dünn-schichtchromatographischer Reinigungsschritt. Anhand der Restradioaktivität einer definierten Menge tritiummarkierten Androstenons, welches zu Beginn der Aufarbeitung zugesetzt wurde, konnte eine Wiederfindungsrate von 60 - 80 % ermittelt werden.

Als innerer Standard zur gaschromatographischen Analyse diente Androstendion. Die Berechnung erfolgte über die relativen Peakflächen Androstenon/Androstendion anhand einer Eichfunktion und der Wiederfindungsrate.

Ebenfalls mit Hilfe von tritiummarkiertem Androstenon arbeitet das Bestimmungsverfahren von KAUFMANN et al. (1976). Das Aufarbeitsverfahren beruht in der Hauptsache auf Verseifung, Extraktion und Dünnschichtchromatographie. Die ermittelte Wiederfindungsrate schwankte in einem Bereich von 60 - 80 %. Dies war vor allem durch den dünn-schichtchromatographischen Arbeitsschritt bedingt. Die Berechnung erfolgte mit Hilfe des inneren Standards 5 α -Cholestane über die relativen Peakflächen.

Das Verfahren erlaubte Konzentrationsbestimmungen bis zu 0,03 μ g Androstenon pro Gramm Fettgewebe. Der Variationskoeffizient bei Dreifachbestimmungen lag sowohl bei simulierten als auch bei nativen Fettproben unter 10 %.

2.5.3. Radioimmunoassay (RIA)

Die radioimmunologische Analyse beruht auf dem Prinzip, wonach das zu bestimmende Hormon mit einer definierten Menge seiner Isotopenform um die Bindungsstelle an einem spezifischen Protein (Antikörper) konkurriert. Durch Messung der Radioaktivität in der freien oder gebundenen Fraktion kann auf die Konzentration des nichtmarkierten Hormons geschlossen werden.

Die von CLAUS (1974) zur Androstenonbestimmung im Fett entwickelte Methode zeichnet sich unter anderem dadurch aus, daß nur noch Fett in Milligrammengen benötigt wird, so daß auch die Bestimmung des Androstenongehaltes in Biopsieproben vom lebenden Tier möglich wurden (CLAUS, 1975a; 1976). Auch die hohe Empfindlichkeit und Probenkapazität kennzeichnen das Verfahren. Pro Woche können von einer Person etwa 40 Fettproben gemessen werden. Voraussetzung ist jedoch eine gut eingearbeitete Arbeitskraft. Dieses Verfahren empfiehlt sich, wenn viele Proben aufzuarbeiten sind.

Bei dem von ANDRESEN (1975a) entwickelten RIA können von einer Person in 1 1/2 Tagen sogar 15 Proben als Doppelbestimmungen analysiert werden.

Eher für den Routinegebrauch eignet sich der RIA-Schnelltest von ANDRESEN (1979). Nach einem standardisierten Verfahren wird ein Filterpapier mit dem zu untersuchenden Fett getränkt und nach Inkubation in den entsprechenden RIA-Reaktionslösungen gemessen. Alle bisher erforderlichen Vorarbeiten, wie Wägen, Extraktion und Reinigung entfallen. Vergleiche mit herkömmlich ermittelten RIA-Werten ergaben verlässliche Resultate. Nach weiteren Vereinfachungen und Automatisierungen scheinen wenigstens 100 Doppelbestimmungen pro Tag und Person möglich.

2.5.4. Enzymlinked-Immunosorbentassay (ELISA)

Das Prinzip dieses Verfahrens gleicht im Wesentlichen dem des RIA. Anstelle der radioaktiven Substanzen werden Enzyme an die Antikörper gekoppelt. Die Enzymaktivität wird mit Hilfe einer Farbreaktion gemessen.

Über die Anwendung des ELISA zur Androstenonbestimmung liegen Berichte von WALSTRA und MOERMAN (1981), WALSTRA und MATEMAN (1982) sowie MOERMAN (1982) vor. Die bisher ermittelten Meßwerte waren noch relativ unzuverlässig, jedoch wird erwartet, daß durch weitere Automatisierung der Vorarbeiten die Methode weiter verbessert werden kann.

Die Überlegenheit des ELISA gegenüber dem RIA liegt nicht nur darin, daß der Umgang mit radioaktivem Material entfällt und auch keine derartigen Abfälle anfallen, sondern auch in der Möglichkeit, daß mit einer vollautomatischen Anlage bis zu 1000 Proben pro Tag gemessen werden könnten.

2.6. Methoden zur Verhinderung oder Beseitigung des Ebergeruches am lebenden Tier

2.6.1. Kastration

Die operative Entfernung der Hoden ist noch immer die klassische Methode zur Verhinderung oder Beseitigung des Geschlechtsgeruches und auch des Geschlechtstriebes beim Eber.

Mit der Kastration im Ferkelalter werden jedoch auch erwünschte anabole Effekte des Hodenhormons Testosteron ausgeschaltet. Ausführliche Darstellungen vergleichender Untersuchungen hinsichtlich Mastleistung und Schlachtkörperwert bei Ebern und Kastraten gaben WILMOWSKI (1969), HANSSON (1974) sowie WACHELAU und REUTER (1978).

Wird die Kastration der Eber erst vor der Schlachtung durchgeführt, muß neben dem Operationsrisiko auch eine Gewichtsstagnation während der vorgeschriebenen Wartezeit von 6 Wochen vor der Schlachtung (§ 47 (3) AB.A.) in Kauf genommen werden. Diese Wartezeit ist erforderlich, damit der Ebergeruch im Körper vollständig abgebaut werden kann. CLAUS (1978) stellte für ältere Eber eine erforderliche Wartezeit von 7 - 8 Wochen fest.

Andere Maßnahmen, wie z.B. die partielle durch Ausquetschen des samenproduzierenden Gewebes aus dem Hoden (BAIBURTCJAN-Methode) oder durch alleiniges Entfernen des Hodens unter Verbleib des Nebenhodens (TJUOGGOT-Methode) blieben hinsichtlich ihres erstrebten Effektes erfolglos. Entweder hatten die Tiere die Eigenschaften eines Ebers (BAIBURTCJAN-Methode) oder die eines Kastraten (TJUOGGOT-Methode) (VOLD, 1966).

2.6.2. Medikamentelle Methoden

Die lebensmittelrechtlichen Vorschriften (§ 15, LMBG; N.N., 1974a) sowie die des Fleischhygienerechtes (§ 4 (4), AB.A.; N.N., 1978c) lassen die Anwendung von Medikamenten zum Zweck der Geruchsausschaltung unwahrscheinlich werden, so daß diesen Methoden lediglich wissenschaftliche Bedeutung zukommt. Trotzdem seien hier einige in der Literatur verzeichnete Erfahrungen auf diesem Gebiet mitgeteilt.

Durch Östrogenverabreichungen konnten, je nach Applikationszeitpunkt und Menge, anhaltende Kastrationseffekte, d.h. Geruchsminderung oder -beseitigung, erzielt werden (ECHTERNKAMP et al., 1969; LOGAR, 1969; ROMMEL et al., 1975; LAFRENZ, 1977).

In neueren Untersuchungen von OCKERMAN et al. (1981) wurde festgestellt, daß bei Ebern die Kastration oder die Implantation von Diethylstilböstrol (DES) zu keinen signifikanten Unterschieden der Schlachtkörpereigenschaften führte.

HORST und BADER (1969b) konnten mit Cyproteronacetat, einem gestagenen Wirkstoff mit vorwiegend antiandrogenen Eigenschaften, eine vollständige Beseitigung des Sexualgeruches aus dem Eberfleisch erreichen. HOLZMANN (1978) konnte bei gleichartigen Untersuchungen dieses Ergebnis nicht bestätigen. Nur 61 % der behandelten Eber waren geruchsfrei.

Orientierende Untersuchungen hinsichtlich der Fleischqualität und der Rückstandsproblematik nach Desexualisierung mit Chlormadinonacetat (CAP) wurden von SCHEIBNER und BEUTLING (1978) durchgeführt. Die Hormon- und Spätkastraten wiesen geringere PSE-Eigenschaften auf, hatten dafür jedoch einen höheren Anteil an Tierkörpern mit DFD-Kondition. Nach 6tägiger Karenzzeit konnten keine Rückstände des Medikamentes mehr nachgewiesen werden.

Weitergehende Studien von HAGELSCHUER et al. (1978) mit verschiedenen Gestagenen zeigten, daß zwar der spezifische Ebergeruch weitgehend zu beseitigen war, sich aber die von diesen Tierkörpern gewonnenen Fleischteile nicht ohne weiteres nach den üblichen TGL-Verfahren der Fleischindustrie der DDR zu verarbeiten waren.

Versuche von BARTOSOVA et al. (1980), den Ebergeruch bei einer Lebendmasse von 70 kg mit Dithiokarbamoylhydrazin-Derivat chemisch zu blockieren, waren nicht erfolgreich. Etwa 75 % der Tiere konnten sensorisch erkannt werden.

2.6.3. Züchterische Methoden

Die Möglichkeit einer züchterischen Beeinflussung des Ebergeruches zeigten JONSSON und WISMER-PEDERSEN (1974) auf. Sie stellten für dieses Merkmal einen Heritabilitätswert von 0,13 bzw. 0,54 fest.

LÜNDSTRÖM et al. (1978) versuchten, durch Messung des Androstenon- und Testosterongehaltes im Plasma von jungen Ebern ein frühzeitiges Selektionskriterium zu erhalten.

Die nicht-genetischen Einflüsse auf den Plasmaandrostenon-gehalt wurden dabei durch Injektion von HCG (Human Chorionic Gonadotropin) ausgeschaltet. Hierdurch wurde der Hoden jeweils zum Ausstoß des gesamten darin enthaltenen Testosterons und Androstenons veranlaßt. Die Meßwerte bei 30 kg Lebendgewicht erlaubten jedoch keine Vorhersage der Steroidprofile bei 100 kg Lebendgewicht.

Ebenfalls zum Zwecke der Selektion schlugen DESMOULIN und BONNEAU (1979b) vor, die Tiere mit niedrigem Androstenongehalt zum Zeitpunkt der Schlachtung mit Hilfe von Biopsieproben herauszufinden.

WILLEKE et al. (1980) führten ein Selektionsexperiment über 3 Generationen mit dem Ziel eines niedrigen Androstenongehaltes erfolgreich durch. Sie konnten die mittleren Geruchstoffkonzentrationen bei den Ebern auf das Niveau von Jungsau- und Kastraten absenken. Grund hierfür war wahrscheinlich eine Verschiebung der Geschlechtsreife gewesen. Der realisierte Heritabilitätswert lag bei 0,6.

Bei Experimenten mit der Dänischen Landrasse erzielten JONSSON und ANDRESEN (1979) bzw. JONSSON et al. (1981) einen Heritabilitätswert von 0,48, wenn der Androstenongehalt im Fett und die Geruchsintensität als Selektionsmerkmale miteinander kombiniert wurden. Eine Selektion auf breiter Basis soll dann erfolgen, wenn die genetischen Zusammenhänge zwischen Ebergeruch, Fruchtbarkeit und Wachstumseigenschaften gesichert sind.

2.6.4. Immunologische Verfahren

Die Möglichkeit der Autoimmunisation gegen das körpereigene Androstenon wurde von CLAUS (1975c) an 2 Ebern untersucht. Während subkutane und intramuskuläre Injektionen nicht zum erwünschten Ergebnis führten, konnte nach Injektion in die Lymphknoten ein Anstieg des Androstenongehaltes im Fett

bis zum Schlachtag von 210 Tagen verhindert werden. Auch sensorisch konnte kein Ebergeruch festgestellt werden.

Bei einem ähnlichen Versuch stellten PATTERSON (1979) bei einem Lebendgewicht von 90 kg einen um 30 bis 90 % verminderten Gehalt an Androstenon im Vergleich zu Kontrolltieren fest. Die Eber wurden mehrmals subcutan immunisiert.

Die Versuche von FLIESS et al. (1980), den Geschlechtsgeruch durch Injektionen von Androstenon-Eiweißkonjugat in Freudschem Adjuvans zu beeinflussen, ergaben bei den behandelten Tieren teilweise höhere Androstenonwerte als bei unbehandelten. Bei den Versuchstieren konnte keine Immunreaktion gegen das applizierte Androstenon nachgewiesen werden.

SHENOY et al. (1982) benutzten für den gleichen Zweck anstelle des Freudschen Adjuvans ein Protein-Adjuvans. Trotzdem lagen die Androstenongehalte im Fett der Eber in der gleichen Größenordnung wie bei den Kontrolltieren; ebenso verhielt es sich mit dem Geschlechtsgeruch. Erstaunlicherweise war die Gesamtandrostenonmenge im Plasma von immunisierten Ebern wesentlich höher als bei den nichtimmunisierten. Dieses wurde darauf zurückgeführt, daß das antikörpergebundene Steroid dem Regelkreis des Organismus entzogen wurde und somit ein positiver Reiz auf den Hoden erfolgte, zusätzliches Androstenon zu produzieren.

Auch GRINWICH und CLIPLEF (1981) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Bei Messungen des Androstenongehaltes im Fett während der Wuchsphase unterschieden sich die Gehalte von mehrfach immunisierten und Kontrolltieren nicht wesentlich. Der Geruchstoffgehalt zum Schlachtzeitpunkt war deshalb ungewiß.

2.7. Einsatz technologischer Behandlungsverfahren für die Brauchbarmachung von Eberfleisch

Es entspricht der allgemeinen Auffassung, daß Fleisch und Fett von Ebern mit deutlichem Geschlechtsgeruch für den Konsumenten nicht akzeptabel sind. Eberfleisch findet auf zahlreichen Freibänken und auch außerhalb trotz niedriger Preise kaum Abnehmer, obwohl das Fleisch in der Regel von völlig gesunden Tieren stammt und den vollen Nährwert besitzt (MAHR, 1967).

Der Frage, ob einfache Lagerung unter Gefrier- oder Kühlraumbedingungen die im Fett lokalisierte Geschlechtsgeruchskomponente durch die dort stattfindenden enzymatischen und oxidativen Vorgänge verringert, gingen OTTO et al. (1980) nach. Sowohl gaschromatographisch als auch sensorisch konnte nach 30 Tagen Lagerung keine signifikante Abnahme des Ebergeruches festgestellt werden.

MAHR (1967) versuchte durch besondere Würzung und Behandlung den Ebergeruch zu beeinflussen. Die gekühlten Teilstücke wurden mit einer Mischung aus Pökelsalz, Knoblauchpulver und Wacholderbeeren eingerieben und 4 Wochen lang bei 1 bis 3 °C gelagert. Danach erfolgte ein Räuchervorgang und anschließend ein Auskochen. Trotzdem mußten Schweine mit starker Geruchsabweichung als untauglich für den menschlichen Genuß erklärt werden.

Nach CLAUS (1978) beeinflußt der Pökelvorgang den Geruchstoffgehalt im Fett nicht meßbar. Dies steht im Einklang mit den Erfahrungen von SZENTKUTI (1967) sowie WALPER und KRATZSCH (1973), die Jungeberfleisch mit mäßigem bis mittelgradigem Geschlechtsgeruch 20 Tage pökeln und nur geringe oder gar keine Beeinflussung des Geschlechtsgeruches fanden.

In schon länger zurückliegenden Veröffentlichungen wird jedoch über den günstigen Einfluß des Pökeln auf den Geruch und Geschmack von Eberfleisch berichtet (KUNZE, 1936; KELLER, 1936; FLEISCHMANN, 1937). Die Untersuchungen von damals

bezogen sich auf das Fleisch von Tieren mit einem stärkeren Geschlechtsgeruch, z.B. Binnen- und Zuchteber. Das Fleisch wurde sowohl nur naßgepökelt als auch einer Kombination von Naß- und Trockenpökellung unterzogen.

Auch als Zusatz zu Koch- und Brühwürsten in einer Menge von 5 % eignet sich mit Geschlechtsgeruch behaftetes frisches oder gepökelt Fleisch (WALPER und KRATZSCH, 1973). Darüberhinaus soll Eberfleisch, in Rohwurst verarbeitet, einer alten Metzgerweisheit zufolge "viel Fett und Wasser aufnehmen" (N.N., 1976).

Durch Zugabe von Fenchel konnte der Anteil von Eberfleisch in Frankfurter Würstchen auf 50 bis 75 % erhöht werden, ohne daß Beanstandungen auftraten (PLIMPTON et al., 1976).

MOERMAN und WALSTRA (1978) verwendeten zur Herstellung von Luncheon Meat (tafelfertiges Frühstücksfleisch) und von Rauchwurst neben geringen Rindfleischzusätzen und Gewürzen nur Fleisch und Speck von Ebern unterschiedlicher Geruchsintensität. Nur die Produkte mit stark riechendem Eberfleisch konnten eher erkannt werden.

Aus den Schinken oder Schultern einer Anzahl von Jungebern mit deutlichem, aber nicht übermäßig starkem Geschlechtsgeruch, stellten MOERMAN und WALSTRA Dosenschinken her. Bei der sensorischen Untersuchung ergaben sich zwar signifikante Unterschiede zwischen Eber- und Kastratenprodukten, jedoch begründeten die Untersucher ihre Entscheidungen vor allem mit "Salzgeschmack" oder "abweichender Geruch oder Geschmack", weniger aber mit "Geschlechtsgeruch oder -geschmack".

VAHLUN (1978) stellte fest, daß nach Beseitigung der Fettschicht vom Schinken die Untersucher nicht mehr zwischen Eberfleisch und dem von Kontrolltieren unterscheiden konnten.

Bei Kochschinken stellten BONNEAU et al. (1980) eine Reduzierung des Androstenongehaltes im Fett um 46 % fest. Dieses wurde auf eine Verflüchtigung des Androstenons zurückgeführt. Die Verminderung des Geruchstoffgehaltes bei Rohwürsten um 23 % wurde einem mikrobiellen Abbau des Steroides während der Reifung zugeschrieben. Auch eine Umwandlung in Androstenol und Moschus konnte nicht ausgeschlossen werden.

Eigene Untersuchungen

3. Material und Methodik

3.1. Untersuchungsgut

Für die vorliegende Untersuchung konnten insgesamt 77 Fettproben von Ebern bereitgestellt werden. Sie stammten im wesentlichen von abgekörten Jungebern verschiedener Schlachtgewichtsklassen. Die Auswahl der Schlachtkörper erfolgte in Kategorien von 5 kg-Stufen im Schlachtgewichtsbereich von ≤ 80 kg bis > 110 kg mit dem Ziel einer annähernd gleichmäßigen Verteilung über diese Klassen (Tab. 5). Wegen der Schwierigkeit, genügend Proben zu bekommen, war die Bestückung der einzelnen Gewichtsklassen nicht ganz gleichmäßig zu erreichen.

Rasse, Alter, Herkunft und Haltungsbedingungen der Eber konnten nicht ermittelt werden.

Bei den Proben handelte es sich um Rückenfett in Mengen von 25 g bis 190 g pro Tierkörper. Für die vorgesehene sensorische und gaschromatographische Untersuchung war eine Fettgewebsmenge von ca. 50 g pro Tier erforderlich. Dieses Mindestgewicht konnte jedoch nicht in allen Fällen eingehalten werden, so daß Einschränkungen im Umfang der Untersuchungen hingenommen werden mußten.

Die Fettproben wurden nach der Gewinnung in Polyäthylenbeutel verpackt und tiefgefroren. Der Versand nach Berlin erfolgte auf Abruf chargenweise im Zeitraum von Dezember 1981 bis Oktober 1982. Obwohl der Versand auf schnellstmögliche Weise und in wärmegeschützter Verpackung erfolgte, konnte das Auftauen der Proben nicht vermieden werden. Die Proben rochen bei der Ankunft jedoch stets frisch.

Nach der Aufteilung der Fettproben für die geplanten Untersuchungen wurden diese in Alufolie verpackt und bis zu 12 Wochen bei -23°C bis zu ihrer Weiterverwendung gelagert.

Tab. 5: Übersicht der für die Untersuchung verfügbaren Proben, verteilt auf Gewichtsklassen

Gruppe	Schlachtgewichts- klasse (kg)	Rückenfett- proben (n)
I	≤ 80 (min. 69)	10
II	$> 80 \leq 85$	13
III	$> 85 \leq 90$	17
IV	$> 90 \leq 95$	10
V	$> 95 \leq 100$	7
VI	$> 100 \leq 105$	6
VII	$> 105 \leq 110$	10
VIII	> 110 (max. 117)	4
Gesamtzahl		77

3.2. Sensorische Ermittlung des Ebergeruches

3.2.1. Prüfergruppe

Die sensorische Untersuchung wurde mit Angehörigen des Institutes für Fleischhygiene und -technologie der Freien Universität Berlin durchgeführt. Über die Zusammensetzung der Prüfergruppe gibt Tab. 6 Auskunft.

Tab. 6: Zusammensetzung der Prüfergruppe für die sensorische Untersuchung

Prüfer Nr.	Geschlecht	Alter	Sensorikerfahrung
1	männlich	52 J.	ja
2	weiblich	44 J.	ja
3	männlich	43 J.	ja
4	weiblich	50 J.	ja
5	weiblich	58 J.	ja
6	männlich	33 J.	nein
7	männlich	29 J.	nein
8	männlich	28 J.	nein

Anmerkung: Die Prüfer mit Sensorikerfahrung haben bereits an früheren Untersuchungen zum Thema Ebergeruch teilgenommen.

3.2.2. Kontrolle der sensorischen Leistungsfähigkeit der Prüfer

3.2.2.1. Herstellung eines Riechbesteckes

Die Herstellung eines speziellen Riechbesteckes erfolgte in Anlehnung an die von WACHELAU (1980) beschriebene Weise. Abweichend hiervon wurden jedoch aus Gründen der Vereinfachung nur 3 Konzentrationsabstufungen des Ebergeruchsteroides Androstenon (Fa. Makor Chemicals Ltd., P.O. Box 6570, Jerusalem/Israel; Cat.-Nr. 1207) und eine Leerprobe verwendet.

Die Beschickung der Duftkärtchen (Fa. Schleicher & Schüll, Papiersorte 22, ungetränkte Ausführung nach Maßgabe) erfolgte mit sich verdoppelnden Mengen Androstenon, die Leerprobe wurde mit 1 ml des verwendeten Lösungsmittels Chloroform getränkt (Tab. 7).

Tab. 7: Beschickung der Duftkärtchen

Stufe 0: 1,0 ml Chloroform p.a.	

<u>Stammlösung</u> mit 3,2 µg/ml Androstenon in CHCl_3	
Stufe 1:	— 0,5 ml = 1,6 µg Androstenon
Stufe 2:	— 1,0 ml = 3,2 µg Androstenon
Stufe 3:	— 2,0 ml = 6,4 µg Androstenon

Die in Petrischalen liegenden Riechpapiere wurden jeweils in der Mitte mit Geruchsstofflösung betropft. Nach dem vollständigen Abdampfen des Lösungsmittels wurden die verschlossenen Glaspetrischalen im Kühlschrank für den jeweiligen Testdurchlauf aufbewahrt. Vor jedem sensorischen Test wurden die Riechpapiere stets frisch angefertigt.

3.2.2.2. Einsatz des Riechbesteckes

Die Riechpapiere wurden unmittelbar vor dem sensorischen Test in verschlüsselter Form zur Beurteilung vorgelegt. Zur besseren Wahrnehmung des Geruchsstoffes wurden die Petrischalen verschlossen auf einer Heizplatte (Typ HP-Thermoplate, Fa. DESAGA, Heidelberg) bei 30 °C gehalten.

Der Test wurde von jeder Person einzeln in einem abgeschirmten, ruhigen und geruchsneutralen Raum durchgeführt. Die Beurteilung der Riechpapiere erfolgte direkt nach Abheben des Deckels der Petrischale. Jeder Prüfer hatte zunächst die Papiere mit Geruchsstoff herauszufinden, danach waren die positiven Papiere in der Reihenfolge ihrer Geruchsintensität zu ordnen. Mehrfachzuordnungen zu einer bestimmten Intensitätsstufe waren gestattet.

3.2.3. Sensorische Einzelprobenuntersuchung

3.2.3.1. Ausschmelzprobe mit Fettgewebe

3.2.3.1.1. Vorbereitung der Fettproben

Das zur Untersuchung vorgesehene Fettgewebe wurde nach Erhalt für die Weiterverwendung hergerichtet. Anhaftende Muskel- und Schwartenteile wurden sorgfältig entfernt, um Fremdgerüchen bei der Erhitzung vorzubeugen. Das Fettgewebe wurde fein zerkleinert und durchmischt.

Von den so vorbereiteten Proben wurden je 10 g für die sensorische Untersuchung abgewogen. Die Fettmenge von zwei Tieren reichte nur für die gaschromatographische Untersuchung aus, so daß insgesamt 75 Eberproben für die Sensorik bereitstanden.

3.2.3.1.2. Bereitstellung von negativen Kontrollen

In gleicher Weise, wie unter 3.2.3.1.1. beschrieben, wurde Rückenfett von Kastraten bzw. Sauen als negative Kontrolle für die Sensorik vorbereitet. Diese Proben wurden jeweils frisch beschafft und in einer vorgezogenen Ausschmelzprobe von 3 Prüfern grobsinnlich auf Geruchsabweichungen untersucht.

3.2.3.1.3. Ausschmelzprobe

Auf Grund des geringen verfügbaren Probenmaterials pro Tierkörper konnte für die sensorische Untersuchung nur ein Einzelproben test durchgeführt werden. Dies kommt jedoch den Bedingungen der Praxis insofern nahe, als dort innerhalb kurzer Zeit ad-hoc-Entscheidungen zu treffen sind und umfangreichere Probenentnahmen und Testverfahren nicht ohne weiteres durchführbar sind.

Die Fettproben wurden in selbstgefertigten Einmalbehältnissen aus Aluminium (doppelt gelegte Aluminiumfolie, 1/100 mm dick, wird über einen zylindrischen Gegenstand mit ca. 5 cm Ø gestülpt) in einer Pfanne über dem Bunsenbrenner vorsichtig zum Schmelzen gebracht. Zur besseren Wärmeverteilung am Pfannenboden wurde eine Asbestunterlage verwendet.

In jeder Testreihe wurden ebenso viele Kontrollproben wie Eberproben verschlüsselt mitgeführt. In der Mitte der Pfanne befand sich eine deklarierte Kontrollprobe. Pro Pfanne konnten insgesamt 7 Einwegbehältnisse untergebracht werden. An

einem Prüfungstag wurden maximal 12 Eberfettproben beurteilt.

Die Beurteilung der einzelnen Behältnisse erfolgte durch Entnahme aus der Pfanne mit Hilfe einer Tiegelzange. Dabei war die Verwendung einer Schutzbrille gegen heiße Fettspritzer ratsam. Die Prüfer hatten die Aufgabe, die mit Geschlechtsgeruch behafteten Fettproben aus dem gemischten Probenmaterial herauszufinden und die Geruchsstärke nach der folgenden 5-Stufen-Skala zu bewerten:

0 = ohne Geschlechtsgeruch

(+)= zweifelhaft

+ = schwach positiv

++ = positiv

+++ = stark positiv

3.3. Gaschromatographische Bestimmung des Ebergeruchsteroides 5 α -Androst-16-en-3-on, modifiziert nach KAUFMANN et al. (1976)

3.3.1. Reagenzien

3.3.1.1. Lösungsmittel

Die für verschiedene Zwecke benötigten Lösungsmittel wurden in "pro analysi"-Qualität, wie vom Hersteller (Fa. Merck, Darmstadt) geliefert, eingesetzt. Für n-Hexan war die Qualitätsstufe "reinst" ausreichend.

3.3.1.2. Standardsubstanzen

Das 5 α -Androst-16-en-3-on wurde von der Fa. Makor Chemicals Ltd., P.O. Box 6570 Jerusalem/Israel (Cat.-Nr. 1207) bezogen. Der Reinheitsgrad liegt laut Herstellerangabe bei >99,9 %. In eigenen gaschromatographischen Untersuchungen konnten keine Hinweise auf Verunreinigungen gefunden werden. Der Schmelzpunkt liegt laut Angabe bei 134 - 135 °C.

Als innerer Standard für die gaschromatographische Auswertung wurde 5 α -Cholestane der Fa. SIGMA Chemical Company, P.O. Box 14508, St. Louis/USA (Nr. C-8003) benutzt. Der Schmelzpunkt liegt laut Hersteller bei 78 - 80 °C.

3.3.2. Fettaufarbeitung

3.3.2.1. Prinzip des Verfahrens

Die Anwendung der Radioisotopentechnik zur quantitativen Bestimmung des Androstenon im Fettgewebe, wie sie unter anderem auch von KAUFMANN et al. (1976) beschrieben wurde, war für die vorliegende Untersuchung aus labortechnischen Gründen nicht möglich. Aus diesem Grunde wurde das Verfahren von KAUFMANN et al. unter Anwendung eines höheren Analysenaufwandes modifiziert.

Üblicherweise wird zur individuellen Bestimmung der Wiederfindungsrate jeder Probe tritiummarkiertes Androstenon in bekannter Menge zugesetzt. Im vorliegenden Fall wurde versucht, dieses mit nicht radioaktiv markiertem Androstenon zu erreichen. Dabei waren für eine Bestimmung jeweils 2 Proben (Proben A und D) desselben Tieres im Ansatz. Sie wurden aus feinzerkleinertem und homogen vermischtem Fettgewebe entnommen. Während die Probe A unverändert blieb, wurde der Probe D eine definierte Menge des gesuchten Androstenon zugemischt.

Da nach Literaturangaben der zu erwartende Androstenongehalt im Fett in der Mehrzahl um den Wert 1 µg/g Fett schwankt, wurde die Zumischmenge auf 10 µg Androstenon pro 10 g Fett festgelegt.

Die Aufarbeitung der Proben wurde unter standardisierten Bedingungen durchgeführt. Damit sollte erreicht werden, daß die Androstenonverlustrate im Probenpaar möglichst gleich hoch war. Mit Hilfe der Gaschromatographie kann der Androstenongehalt der Probe A (Originalprobe) durch Einbeziehung der Probe D (mit Zusatz) berechnet werden (siehe 3.3.3.3.).

Die Aufarbeitung der Fettproben bis zur Gaschromatographie wurde, abgesehen von den eingesetzten Probenmengen und einigen

technisch bedingten Änderungen, im Prinzip nach der Methode von KAUFMANN et al. (1976) durchgeführt. Der prinzipielle Verfahrensgang wird durch die Abb. 2 veranschaulicht.

3.3.2.2. Chemische Aufarbeitung

3.3.2.2.1. Probenvorbereitung

Aus dem feingewürfelten und durchmischten Fettgewebe wurden für die Proben A und D je 10 g in einen 250 ml Rundkolben eingewogen.

Zur Probe D wurden 10 µg Androstenon zugemischt. Dies erfolgte durch Zugabe von 1 ml (Vollpipette) einer Stammlösung mit 10 µg/ml Androstenon in Chloroform direkt zur Probe.

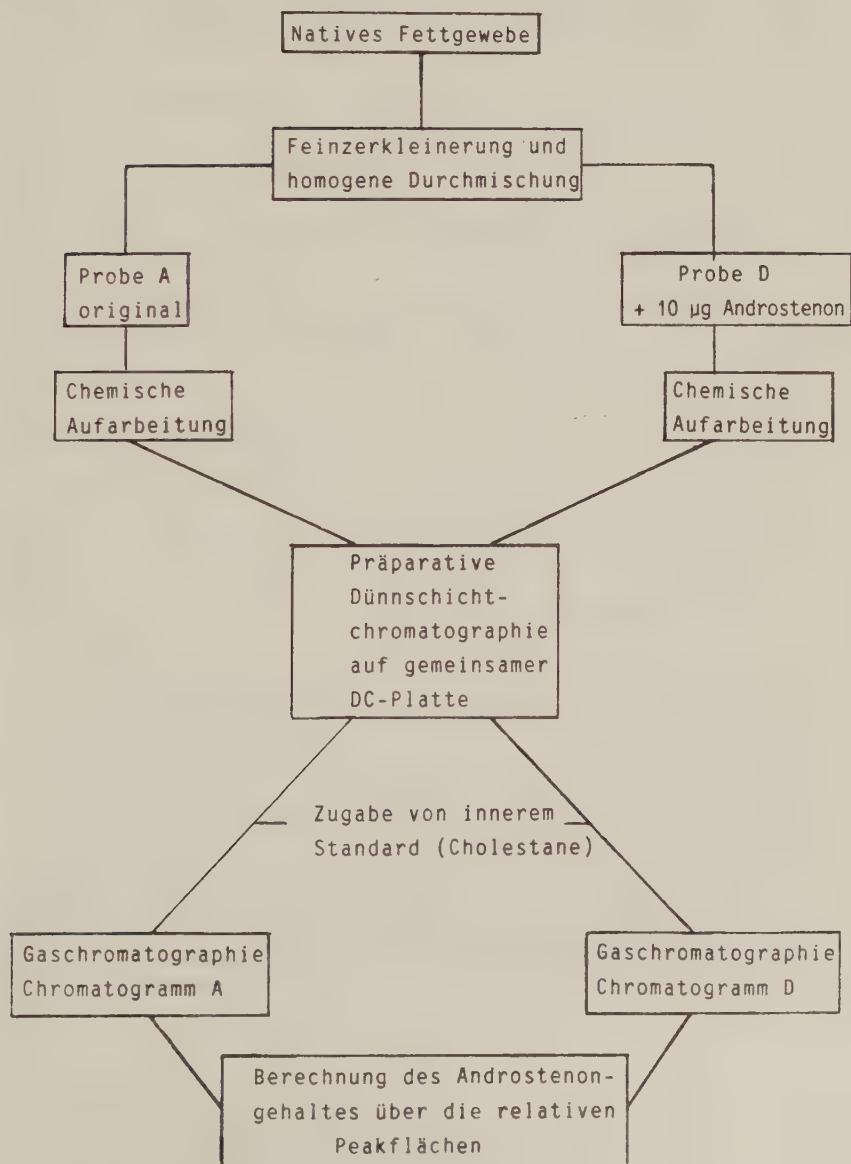
3.3.2.2.2. Verseifung des Fettes

Die Verseifung erfolgte nach Zugabe von 30 ml Benzol und 50 ml methanolischer KOH (10 % w/v) am Rückflußkühler im Siedebereich des Gemisches für 1 h. Ein Magnetstab sorgte für ständige Umwälzung des Inhaltes. Die Proben A und D wurden nacheinander verseift.

3.3.2.2.3. Extraktion des Nichtverseifbaren

Die Extraktion wurde in einem 2-Liter-Scheidetrichter durchgeführt. Der benutzte Rundkolben wurde zunächst zweimal mit je 30 ml Methanol und danach zweimal mit je 25 ml A. bi-dest. gespült.

Abb. 2: Schema der Androstenonbestimmung, modifiziert nach KAUFMANN et al. (1976)



Als Extraktionsmittel dienten nacheinander 100 ml und zweimal je 60 ml Hexan. Nach 15 - 20 sec langem, intensiven Schütteln wurden jeweils 4 min bis zur vollständigen Trennung der Phasen abgewartet. Eventuelle Emulsionserscheinungen an der Phasentrennschicht konnten nach Ablassen der unteren Phase durch Zugabe von wenigen Tropfen 70 % Methanol beseitigt werden.

Der Hexanextrakt (obere Phase) wurde gesammelt und direkt im Anschluß gewaschen.

3.3.2.2.4. Extraktreinigung durch Waschen

Das Waschen erfolgte ebenfalls in einem 2-Liter-Scheidetrichter. Es wurde zunächst zweimal mit je 30 ml 70 % Methanol und danach zweimal mit je 50 ml A. bidest. gewaschen. Die Phasentrennung trat hierbei schon nach 1-2 min vollständig ein. Bei der weiteren Überführung des gereinigten Extraktes mußte darauf geachtet werden, daß keine Wasserreste mit übergeführt wurden.

3.3.2.2.5. Einengung des Extraktes

Die Einengung erfolgte in einem 500 ml Rundkolben am Rotationsverdampfer bei 30 °C unter Vakuum. Nach 8-10 min war der Extrakt auf etwa 1/4 der Ausgangsmenge reduziert. Dieser vorkonzentrierte Extrakt wurde in einem 100 ml Rundkolben weiter eingengt. Der benutzte 500 ml Kolben wurde zweimal mit je 10 ml Hexan gespült.

Das weitere Einengen erfolgte so lange, bis der Destillatfluß am Kühler aufhörte. Der eingengte Extrakt stellte sich dann als eine gelbliche, ölige Flüssigkeit dar.

3.3.2.2.6. Trocknen des Extraktes

Das restliche Lösungsmittel und die Feuchtigkeit wurden im Exsikkator über Blaugel entfernt. Nach 1-2 h hatte sich ein gelblicher kristalliner Niederschlag gebildet. Durchschnittlich wurden so 18,4 mg nicht verseifbares Material erhalten.

3.3.2.3. Dünnschichtchromatographische Reinigung

Die Dünnschichtchromatographie der Proben A und D erfolgte gemeinsam auf einer Platte, da dieser Arbeitsschritt bei getrennter Arbeitsweise große Schwankungen in der Wiederfindungsrate ergibt (KAUFMANN et al., 1976).

3.3.2.3.1. Extraktaufgabe

Die DC-Platten (Kieselgel 60 F₂₅₄, Schichtdicke 0,5 mm; Fa. Merck, Darmstadt, Nr. 5744) wurden während der Extrakt-aufgabe zur schnelleren Lösungsmittelabdampfung auf einer Heizplatte (HP-Thermoplate, Fa. DESAGA, Heidelberg) bei 30 °C gehalten.

Die Startlinie wurde in 3 Auftragungszonen gegliedert (siehe Abb. 3). Die linke Zone war für die Probe A, die rechte für die Probe D vorgesehen.

Zuerst wurde die mittlere Zone mit ca. 7,5 µg Androstenon (150 µl aus einer Stammlösung mit 50 µg/ml in Chloroform) als Leitsubstanz beschickt.

Die getrocknete, nicht verseifbare Fraktion wurde mit 1 ml einer Mischung aus 4 ml Hexan und 20 Tropfen Benzol gelöst und auf die vorgesehene Startzone übertragen. Das benutzte Gefäß wurde zweimal mit je 0,5 ml der Hexan-Benzol-Mischung gespült.

Durch die Verwendung von 50 µl-Einmalpipetten (Mini-tips, Fa. Eppendorff) gelang ein fortlaufend-strichförmiger Probenauftrag auf den Platten. Hierdurch konnten sehr klare Banden im Chromatogramm erzielt werden.

3.3.2.3.2. Entwicklung

Als Laufmittel diene eine Mischung aus Benzol und Essigsäureethylacetat im Verhältnis 8:2.

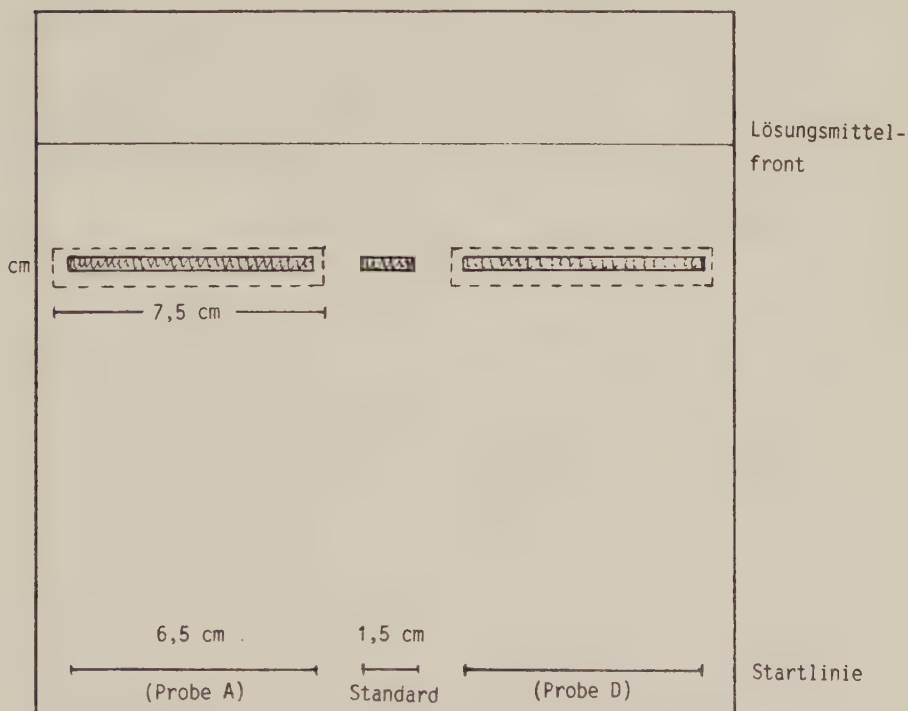
Nach jeweils 5 Läufen wurde das Laufmittel erneuert. Die vorgesehene Laufstrecke von 15 cm wurde nach etwa 1,5 h erreicht.

3.3.2.3.3. Auswertung der DC-Platte

Zur Sichtbarmachung der Androstenonbanden wurde die getrocknete Platte mit gesättigter Jod-Hexanlösung besprüht. Die Lage der Androstenonbanden in den Proben A und D wurde durch die Lage der Leitbande in der Mitte der Platte angezeigt. Jede Platte wurde zusätzlich unter UV-Licht bei 366 nm überprüft und entsprechend markiert. Die Androstenonbanden zeigten unter UV-Licht Absorption. Vor und hinter dem Androstenon fanden sich meist Banden mit leichter Fluoreszenz.

Die Größe der zu präparierenden Bezirke wurde mit einer Pappschablone genau festgelegt. Sie erfaßten einen ausreichend großen Bereich um die Androstenonbanden, um diese möglichst quantitativ zu erfassen (siehe Abb. 3). Die hierbei zusätzlich erfaßten Substanzen führten zu keinen nennenswerten Beeinträchtigungen der späteren gaschromatographischen Analyse.

Abb. 3: Darstellung der Auftrags- und Auswertungszonen auf der DC-Platte



----- = mit Schablone definierter Präparationsbereich

||||| = jodpositive und UV-Absorptionszone (Androstenon)
 $R_f = 0,76-0,80$

3.3.2.3.4. Elution

Die markierten Zonen wurden von der DC-Platte abpräpariert und in Filternutschen (5 cm Ø, Porosität 4; Fa. Schott, Mainz) getrennt gesammelt.

Die Elution erfolgte zweimal mit je 5 ml Chloroform/Methanol (19:1; v/v) je Probe. Das Eluat wurde in einem 50 ml Rundkolben aufgefangen.

3.3.3. Gaschromatographie

3.3.3.1. Probenvorbereitung

Alle Gefäße und Geräte, die nach der Dünnschichtchromatographie mit dem gereinigten Probenmaterial in Kontakt kamen, waren vor der weiteren Benutzung mit Chloroform zu reinigen. Dies war insbesondere deshalb von Bedeutung, weil sich nach eigenen Feststellungen auf der menschlichen Haut eine Substanz findet, die im Gaschromatogramm ähnliche Eigenschaften aufweist wie das als innerer Standard verwendete Cholestane.

Jedem Eluat wurde zunächst 12,5 µl Cholestane zugesetzt (1 ml mit Vollpipette aus einer Lösung mit 12,5 µg/ml Cholestane in Chloroform). Das so vorbereitete Eluat wurde anschließend am Rotationsverdampfer bei 30 °C so weit eingengt, daß der Inhalt noch feucht war (Flüchtigkeit des Androstenon setzt erst ein, wenn die Probe trocken ist; KAUFMANN et al., 1976).

Der Rückstand wurde anschließend in 0,5 ml Chloroform aufgenommen und zur weiteren Aufbewahrung in verschließbare 1 ml-Ampullen (Fa. Machery und Nagel, Düren) überführt.

3.3.3.2. Gaschromatographische Arbeitsbedingungen

Gaschromatograph: Typ SIGMA 2, Bodenseewerk Perkin-Elmer,
temperaturprogrammierbar

Trennsäule: Glassäule, 1,8 m lang, 2 mm Innendurchmesser;
gepackt mit 3 % OV-101 auf Gaschrom Q,
80 - 100 mesh

Detektor: Flammenionisationsdetektor (FID)

Gasversorgung: Trägergas: Stickstoff, nachgereinigt (5,0);
Durchfluß 30 ml/min, strömungsgeregelt
Brenngase: Wasserstoff, nachgereinigt (5,0);
Durchfluß 50 ml/min;
synthetische Luft (80 % N₂, 20 % O₂),
Durchfluß 434 ml/min;

Temperaturen: Injektorblock: 250 °C

Detektor: 270 °C

Ofen: temperaturprogrammiert: von 190 °C mit
6 °C/min auf 220 °C; für 4 min isotherm,
danach mit 10 °C/min auf 250 °C; 6 min
isotherm; Analysendauer: 18 min.

Das Temperaturprogramm wurde in Vorversuchen mit den Reinstoffen Androstenon und Cholestane erarbeitet. Ziel dieser Versuche war es, ein möglichst hohes Verhältnis von Peakhöhe zu Peakbreite (in halber Höhe) sowie eine möglichst kurze Analysenzeit zu erreichen.

Die Probeninjektion erfolgte mit einer 10 µl-Spritze (Fa. Hamilton, Typ 701 N). Pro Injektion wurden 3 µl Probe im sog. Nachspülverfahren eingespritzt.

Eine Standardkurve für Androstenon wurde im Konzentrationsbereich von 1,875 bis 60 µg/ml gemessen und verlief in diesem Bereich linear. Der für alle weiteren Messungen notwendige Arbeitsbereich des Detektors war hierdurch mehr als abgedeckt.

3.3.3.3. Auswertung der Chromatogramme und Berechnung des Androstenongehaltes

Zur Aufzeichnung der Chromatogramme war ein Schreiber (Typ Recorder 56, Bodenseewerk Perkin-Elmer) angeschlossen. Die Signalabschwächung betrug 1×10 , Papiervorschub 5 mm/min.

Die Ermittlung der Peakflächen sowie der Retentionszeiten wurde mit Hilfe eines elektronischen Integrators (Typ M3B, Fa. Bodenseewerk Perkin-Elmer) vorgenommen. Basislinienkorrektur und Lotfällung erfolgten ebenfalls elektronisch nach Vorgabe.

Mit Hilfe eines Standardansatzes mit 30 $\mu\text{g/ml}$ Androstenon und 25 $\mu\text{g/ml}$ Cholestane in Chloroform wurde die Lage dieser Substanzen im Chromatogramm anhand ihrer absoluten Retentionszeiten bestimmt. Diese lagen für Androstenon und Cholestane relativ konstant bei 5,8 bzw. 14,1 min.

Über die aus dem Standardansatz bekannten Retentionszeiten wurden das Ebergeruchssteroid und der innere Standard in den biologischen Proben identifiziert.

Die Berechnung des Androstenongehaltes erfolgte mit Hilfe der Formel für die Zumischmethode (KAISER, 1969; N.N., 1974). Hierbei gehen die relativen Peakflächen der Chromatogramme der Proben A und D in die Berechnung ein.

Die Proben A und D wurden nacheinander unter den gleichen Arbeitsbedingungen analysiert.

Berechnung des Androstenongehaltes nach der Formel der
Zumischmethode (KAISER, 1969; N.N., 1974b):

$$p_i = \frac{m_i}{m} \times \frac{\frac{F_{i,A}}{F_{j,A}}}{\frac{F_{i,D}}{F_{j,D}} - \frac{F_{i,A}}{F_{j,A}}} \times 100 \text{ (Gew.-%)}$$

- p_i = Gewichtsprozent der Komponente i (Androstenon)
 m_i = Gewicht des zugesetzten Androstenon (mg)
 m = Gewicht der Fettgewebseinwaage (mg)
 $F_{i,A}$ = Peakfläche des Androstenon im Chromatogramm Probe A
 $F_{j,A}$ = Peakfläche des Cholestane im Chromatogramm Probe A
 $F_{i,D}$ = Peakfläche des Androstenon im Chromatogramm Probe D
 $F_{j,D}$ = Peakfläche des Cholestane im Chromatogramm Probe D

Werden m_i in μg sowie m in g in die Formel eingesetzt, durch 100 dividiert, so erhält man für den Androstenongehalt direkt die Angabe in $\mu\text{g/g}$ Fettgewebe.

3.3.4. Überprüfung der angewandten Methode

3.3.4.1. Spezifität

Die Spezifität beruht zunächst auf den beiden Reinigungsschritten der Dünnschicht- und Gaschromatographie sowie auf der Tatsache, daß der Zusatz von Androstenon zu einer Probe zu einer symmetrischen Höhenzunahme des betreffenden Peaks führt.

3.3.4.2. Richtigkeit und Genauigkeit

3.3.4.2.1. Modellversuch

Zur Überprüfung der Kriterien Richtigkeit und Genauigkeit wurde ein Modellversuch durchgeführt. Es wurden abgestufte Mengen Androstenon in Größenordnungen, wie sie gewöhnlich in biologischen Proben zu erwarten sind, dem Fett von weiblichen Schweinen zugesetzt und dem beschriebenen Aufarbeitungs- und Analysenverfahren unterworfen.

Folgende Probenpaare kamen je viermal mit einem Leerwert (= Testfett $\varnothing$ im Originalzustand) sowie 5 verschiedenen Androstenongehalten zum Ansatz (insgesamt 24 Testansätze):

Probe A: n μ g Androstenon
(10 g Fett)

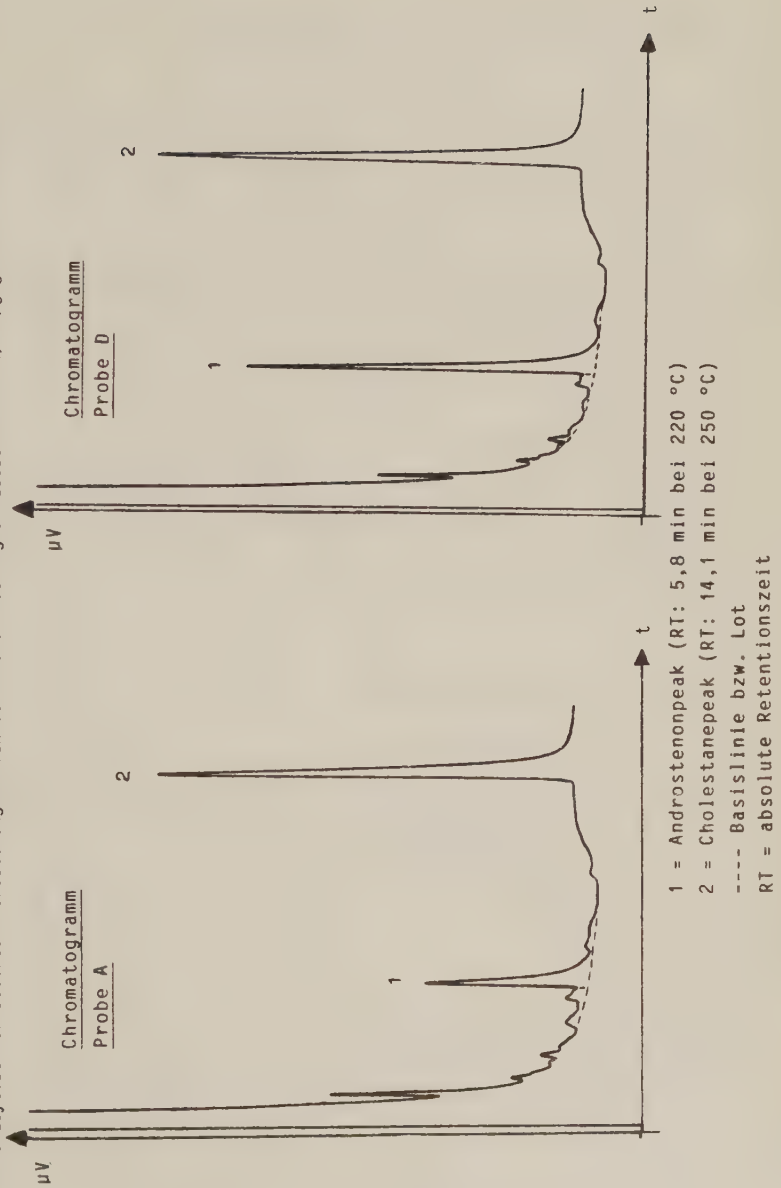
Probe D: n μ g + 10 μ g Androstenon
(10 g Fett)

wobei: n = 0 (Leerwert), 5, 10, 15, 20, 30 μ g Androstenon (Abb. 4).

Das Fett wurde vor der Verwendung als Testfett jeweils gaschromatographisch auf die Abwesenheit von Androstenon untersucht.

Abb. 4: Darstellung der Chromatogramme eines Testansatzes aus dem Modellversuch zur Überprüfung der angewendeten Methode

In den Proben A und D (je 10 g Fett $\varnothing$) wurden jeweils 10 μg Androstenon vorgegeben. Der Probe D wurde jedoch als Bezugsgröße für die quantitative Bestimmung zusätzlich 10 μg des gesuchten Steroides zugemischt. Der analytisch ermittelte Androstenongehalt in der Probe A betrug in diesem Falle 1,02 $\mu\text{g/g}$ Fett.



3.3.4.2.2. Ergebnisse des Modellversuches

Jeder Testansatz wurde dreimal gaschromatographisch gemessen und der Androstenongehalt berechnet. Die hierbei ermittelten Einzelwerte sind in Abb. 5 grafisch dargestellt. Die zugehörige Regressionsgerade mit der Formel

$$y = 0,0327 + 1,0199 x$$

wurde eingezeichnet. Die Streuung des Achsenabschnittes betrug 0,498, die der Steigung der Geraden 0,0274. Für die Standardabweichung um die Gerade ($s_{y \cdot x}$) wurde ein Wert von 0,18 µg/g Fett errechnet. Der Regressionskoeffizient belief sich auf $r = 0,98$.

Eine Zusammenfassung der Analysenwerte in den verschiedenen Gehaltsstufen der Testansätze sowie die arithmetischen Mittelwerte, ihre Standardabweichungen und Variationskoeffizienten sind in der Tab. 8 wiedergegeben. Die Einzelwerte der Messungen sind in Tab. 17 enthalten.

3.3.4.3. Reproduzierbarkeit

Bei 8 Eberfettproben konnte im Abstand von ca. 2 Wochen eine Wiederholungsaufarbeitung (Doppelbestimmung) durchgeführt werden. Die hierbei ermittelten Androstenongehalte lagen zwischen 0,17 und 1,30 µg/g Fett (Einzeldaten hierzu in Tab. 18).

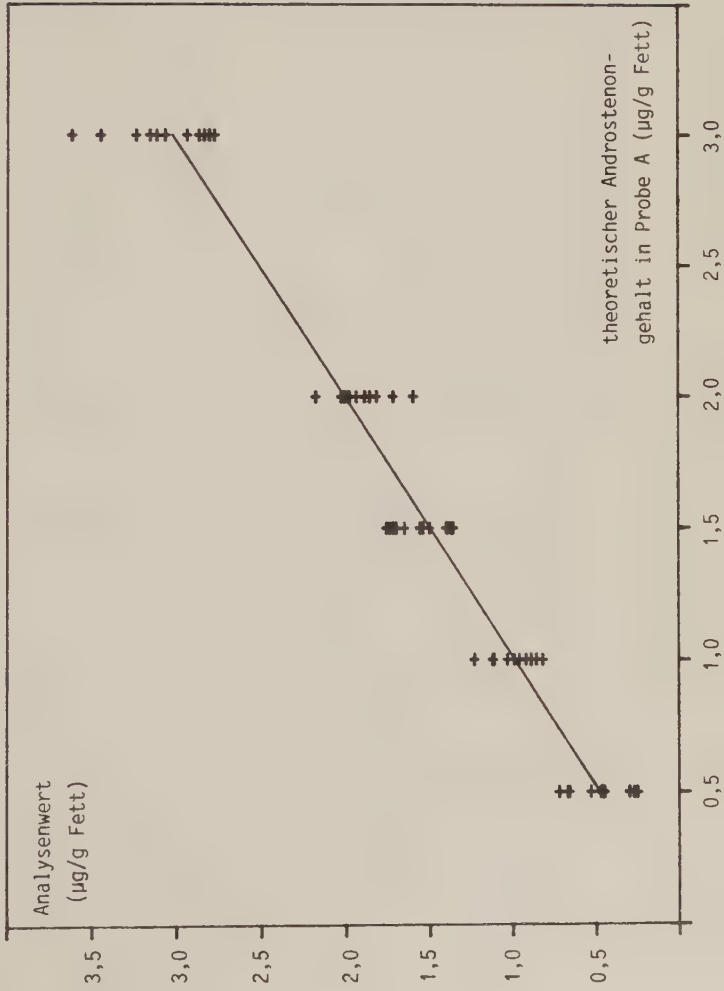
Die Standardabweichung wurde nach der Formel

$$s = \sqrt{\frac{d^2}{2n}}$$

berechnet. Hierbei bedeutet d die Differenz zwischen den doppelt bestimmten Werten und n die Anzahl der Paare.

Für den genannten Androstenonbereich ergab sich für die 8 Doppelbestimmungen eine Standardabweichung von 0,099 µg/g Fett.

Abb. 5: Darstellung von Einzelergebnissen sowie der zugehörigen Regressionsgeraden aus dem Modellversuch zur Überprüfung von Richtigkeit und Genauigkeit



Regressionsgerade:

$$y = 0,0327 + 1,0199 \cdot x$$

$$r = 0,98$$

$$s(y \cdot x) = 0,1826$$

Tab. 8: Überprüfung der Methode auf Richtigkeit und Genauigkeit anhand eines Modellversuches (Erläuterungen siehe Text)

Androstenonvor- gabe in der Probe A (μg)	theoretischer Ge- halt in Probe A ($\mu\text{g/g}$ Fett)	Analysenwert ($\mu\text{g/g}$ Fett)		
		$\bar{x}$	s	V (%)
Leerwert	0,00	0,00	-	-
5	0,50	0,48	0,15	32
10	1,00	0,99	0,12	12,8
15	1,50	1,56	0,15	9,7
20	2,00	1,91	0,15	7,9
30	3,00	3,06	0,26	8,5

$\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert; $n = 12$ (4 Testansätze
je dreimal gaschromatographisch gemessen)

s = Standardabweichung

V = Variationskoeffizient

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der quantitativen Androstenonbestimmung

Von allen 77 verfügbaren Rückenfettproben konnte eine quantitative Bestimmung von Androstenon durchgeführt werden. An 8 der Fettproben waren aufgrund der Menge des vorhandenen Materials Doppelbestimmungen möglich. Bei den übrigen Meßwerten handelte es sich um Einzelbestimmungen.

Abb.6 gibt einen Überblick über die Häufigkeit der gemessenen Androstenonkonzentrationen im Gesamttierkollektiv. Die Meßwerte wurden klassenweise, in 0,1 µg/g-Abständen zusammengefaßt, dargestellt. Eine prozentuale Verteilung der Meßwerte innerhalb verschiedener Androstenonbereiche ist in der Tab. 9 wiedergegeben.

Auffällig war die starke Besetzung des Bereiches $\leq 0,5$ µg/g Fett mit 39 % aller Werte. Mit zunehmendem Androstenongehalt wurde die Besetzung der gebildeten Klassen jedoch deutlich geringer, wobei auf den Bereich $1,0 \leq 2,0$ µg/g jedoch noch über ein Viertel (26,0 %) der Werte entfiel. Die relativ hohe Besetzung der Klasse $> 3,0$ µg/g Fett kam durch die Zusammenfassung aller Werte, die den Wert 3,0 µg/g überschritten, zustande (Erläuterungen siehe folgenden Text!).

Im Verlauf der Androstenonbestimmungen konnte bei fünf Rückenfettproben nicht nach der vorgesehenen Weise ausgewertet werden. Charakteristisch bei diesen Proben waren die schon bei der Auswertung der DC-Platten ins Auge fallenden starken Androstenonbanden, die einen hohen Gehalt des Steroids vermuten ließen. Bestätigt wurde dieses durch die anschließende gaschromatographische Analyse. Die Androstenonpeakflächen übertrafen zum Teil bei weitem die sonst gemessenen diesbezüglichen Werte. Eine Berechnung nach der vorgesehenen und sonst praktizierten Weise führte bei diesen

Proben offensichtlich zu falschen, weil viel zu hohen Geruchsstoffgehalten.

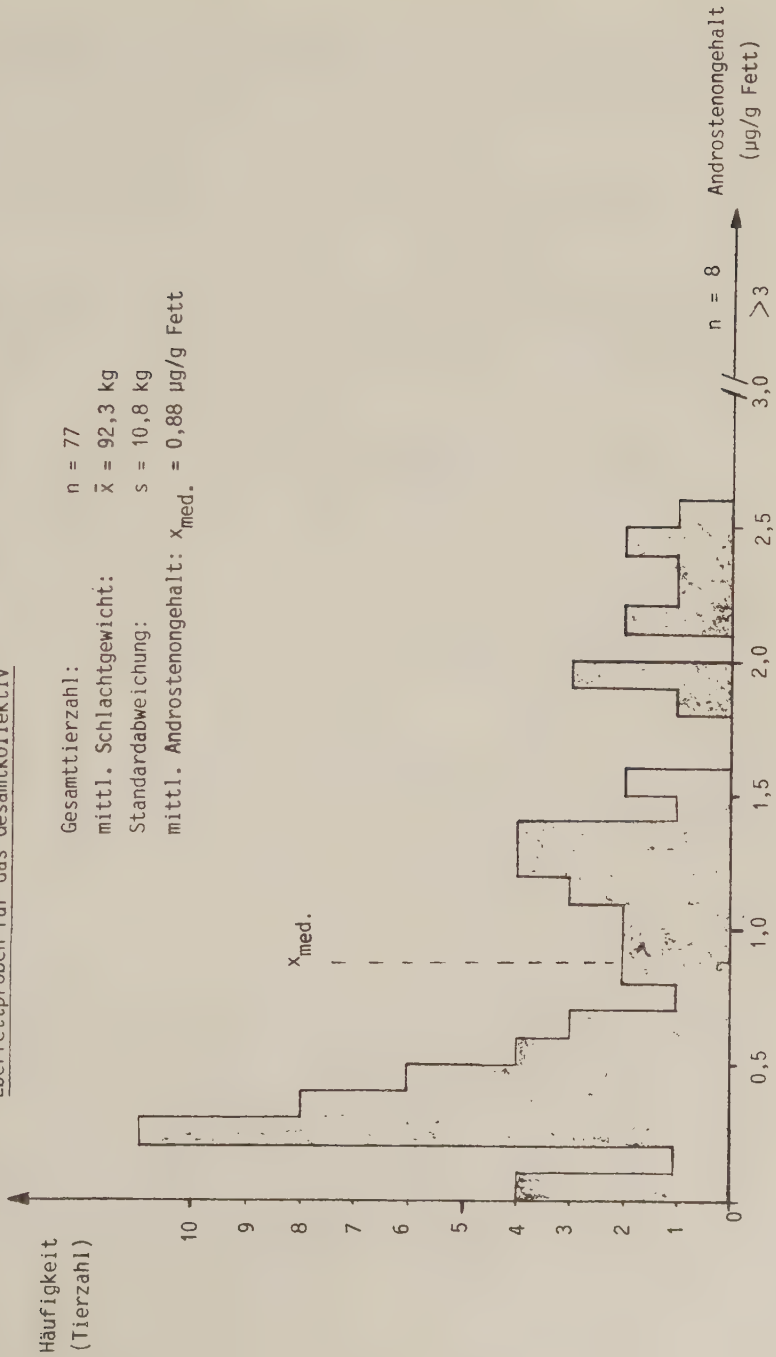
Anhand von Erfahrungswerten von den anderen Proben konnten diese Androstenongehalte jedoch eindeutig dem Bereich $>3,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett zugeordnet werden, wobei der genaue Wert nicht festgestellt werden konnte. Diese Werte sowie alle anderen rechnerisch ermittelten Meßwerte von über $3,0$ $\mu\text{g/g}$ wurden in den Tabellen und Abbildungen zusammengefaßt zu " $>3,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett".

Tab. 9: Verteilung aller erhaltenen Androstenonwerte von Rückenfettproben auf verschiedene Androstenonbereiche

Androstenonbereich (μg Fett)									
$\leq 0,5$		$>0,5 \leq 1,0$		$>1,0 \leq 2,0$		$>2,0 \leq 3,0$		$>3,0$	
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
30	39,0	12	15,5	20	26,0	7	9,1	8	10,4

n = Anzahl der Androstenonwerte

Abb. 6: Darstellung der Häufigkeit der gemessenen Androstenonkonzentrationen in Eberfettproben für das Gesamtkollektiv



4.2. Beziehungen zwischen dem Androstenongehalt und dem Schlachtgewicht

4.2.1. Zuordnung von Einzelandrostenongehalten zu Einzelschlachtgewichten

Bei 11 Eberfettproben war lediglich die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Schlachtgewichtsklasse bekannt (Tab. 19). Als Einzelschlachtgewicht dieser Proben wurde der Mittelwert der jeweiligen Schlachtgewichtsklasse herangezogen ($>85 \leq 90$ kg = 87,5 kg, $>105 \leq 110$ kg = 107,5 kg Schlachtgewicht).

In Abb. 7 ist die Zuordnung der Androstenongehalte zu den Schlachtgewichten des Gesamttierstapels grafisch dargestellt. Die hieraus resultierenden Koordinatenpunkte zeigten eine relativ gleichmäßige Verteilung innerhalb des Koordinatensystems. Mit Hilfe des Vierfelder- χ^2 -Tests wurden die beiden Merkmale auf Abhängigkeit voneinander geprüft. Ein Zusammenhang konnte mit diesem Test statistisch nicht festgestellt werden ($\alpha = 0,05$).

Zur weiteren Betrachtung wurde die Abb. 7 mit Hilfe der Geraden A, B, C und D in mehrere Bereiche aufgeteilt. Die Geraden A und B markieren hierbei die als sensorische Schwellenwerte angesehenen Androstenonkonzentrationen von 0,5 bzw. 1,0 $\mu\text{g/g}$ Fett, wobei unterhalb der Grenzlinie A kein, oberhalb B jedoch in der Regel Ebergeruch wahrgenommen werden soll.

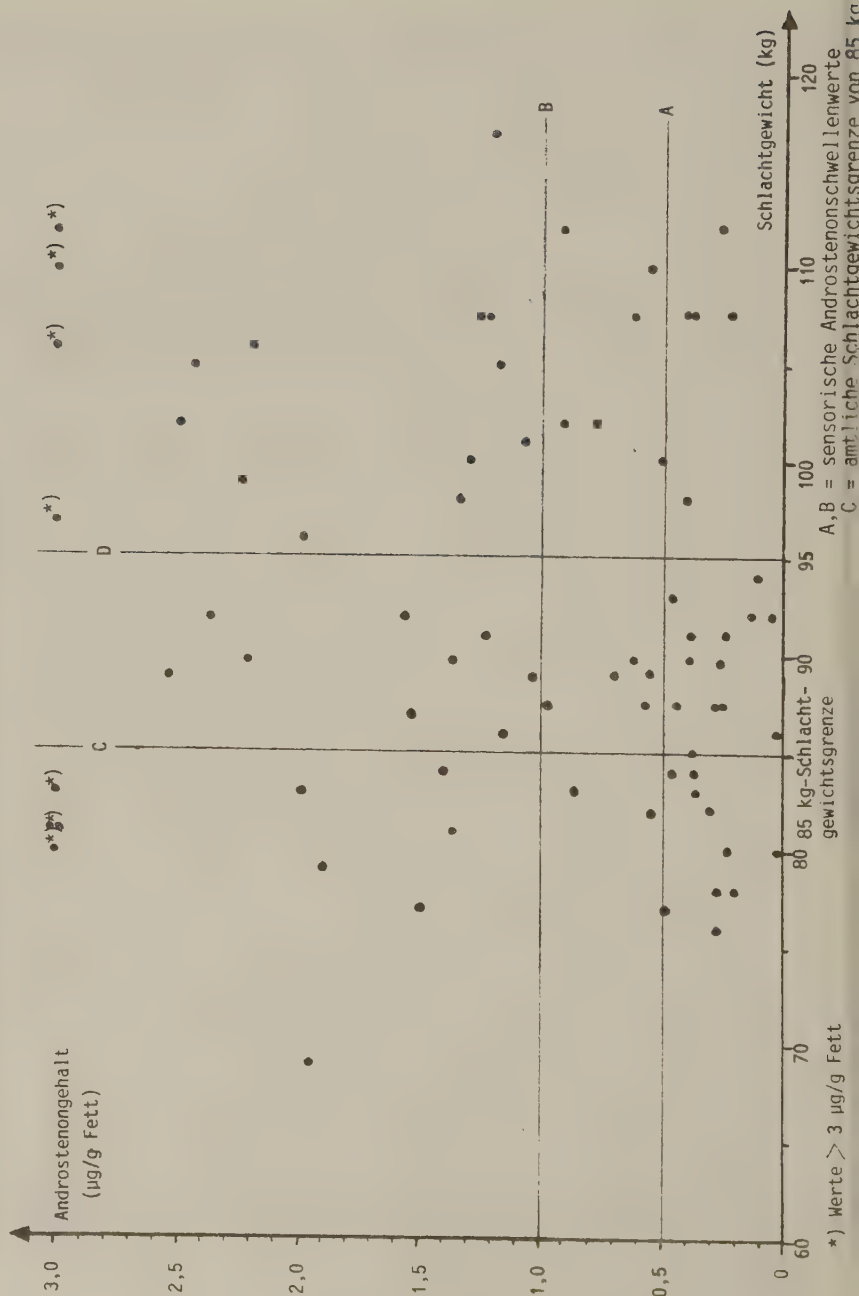
Die Auswertung des Bereiches unterhalb der Geraden A ergab, daß das Vorkommen von Geruchsstoffgehalten dieser Größenordnung nicht auf bestimmte Schlachtgewichte beschränkt war, sondern sich über die gesamte Breite des Gewichtsspektrums erstreckte. Auch Androstenongehalte von 0,5 bis 1,0 $\mu\text{g/g}$ Fett (Bereich zwischen den Geraden A und B) fanden sich sowohl im niedrigen als auch im hohen Gewichtsbereich. Ebenso verhielten sich die über 1,0 $\mu\text{g/g}$ hinausgehenden Werte einschließlich der Höchstwerte von $>3,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett.

Auch die Berücksichtigung der amtlichen Schlachtgewichtsgrenze von 85 kg (Gerade C) könnte nicht verhindern, daß 4 Tiere mit Androstenonwerten von mehr als 3,0 µg/g Fett für die Brauchbarmachung durch Pökeln (Anl. 6, AB.A.) in Frage kämen.

Eine Verschiebung dieser Schlachtgewichtsgrenze auf 95 kg (Grenzlinie D) erbrachte sowohl einen Zuwachs von Tieren mit niedrigen ($< 0,1$ µg/g) als auch hohen ($\leq 2,5$ µg/g) Androstenongehalten. Der darüber hinausgehende Gewichtsbereich (> 95 kg) führte jedoch eher zu einer Zunahme der höheren Geruchsstoffgehalte.

Bei der Interpretation dieser Sachverhalte darf jedoch nicht übersehen werden, daß die Tierzahlen innerhalb der Schlachtgewichtsbereiche unterschiedlich groß waren.

Abb. 7: Beziehungen zwischen dem Androstenon Gehalt und dem Schlachtgewicht



4.2.2. Zuordnung von Androstenonbereichen zu Schlachtgewichtsbereichen

In den Tab. 10, 11 und 12 wurde mit Hilfe von Grenzwerten eine Aufteilung in Androstenonbereiche vorgenommen. Diesen wurde prozentual die Häufigkeit der Androstenonmeßwerte innerhalb der jeweiligen Schlachtgewichtsbereiche zugeordnet.

Die Tab. 10 a + b zeigen eine Zweiteilung der Androstenonskala, wobei ein Grenzwert von $1,0 \mu\text{g/g}$ Fett zugrundegelegt wurde. Oberhalb dieses Wertes soll der Ebergeruch in der Regel nicht wahrgenommen werden. Bei einer gleichzeitigen Aufgliederung der Schlachtgewichtsskala in 8 Bereiche, wobei, soweit möglich, 5 kg-Stufen zusammengefaßt wurden (Tab. 10 a), konnte unterhalb der Grenze von $1,0 \mu\text{g/g}$ der niedrigste Prozentsatz an Meßwerten (28,6 %) im Gewichtsbereich von $>95 \leq 100$ kg verzeichnet werden. Der höchste Prozentsatz in diesem Androstenonbereich liegt mit 70 % im Gewichtsbereich von $>90 \leq 95$ kg Schlachtgewicht. Die Aussagekraft dieser Tabelle wurde durch die geringe Besetzung der einzelnen Kategorien, bedingt durch die starke Aufgliederung des Gewichtsbereiches, beeinträchtigt.

Bei gleichbleibender Aufteilung der Androstenonskala wurde in Tab. 10 b der Gewichtsbereich nunmehr in 4 Kategorien gegliedert. Die beiden mittleren Kategorien umfassen hierbei jeweils 10 kg-Stufen. Die Besetzung der einzelnen Klassen mit Fettproben konnte dadurch erhöht und somit aussagekräftiger gemacht werden. Unterhalb $1,0 \mu\text{g/g}$ lagen in den Gewichtsbereichen ≤ 85 kg sowie $>85 \leq 95$ kg mit 56,5 % bzw. 66,6 % rund doppelt so viele Meßwerte wie in dem nächstfolgenden Bereich von $>95 \leq 105$ kg mit 30,8 %. Allerdings stieg dieser Prozentsatz im Schlachtgewichtsbereich >105 kg wieder auf 50 % der Androstenonwerte an.

Eine weitere Aufgliederung der Androstenonskala in 3 Abschnitte, unter Hinzunahme des Androstenonbereiches $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett, sowie eine 8fache Bereichseinteilung der Schlachtgewichte mit vorwiegend 5 kg-Stufen, zeigt die Tab. 11.

Tab. 10a: Zuordnung von Eberfettproben zu unterschiedlichen Androstenon- und Schlachtgewichtsbereichen
(8 Schlachtgewichtsbereiche)

Androstenon bereich ($\mu\text{g/g}$ Fett)	Schlachtgewichtsbereich (kg)															
	≤ 80	$>80 \leq 85$	$>85 \leq 90$	$>90 \leq 95$	$>95 \leq 100$	$>100 \leq 105$	$>105 \leq 110$	>110								
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
$\leq 1,0$	6	60,0	7	53,8	11	64,7	7	70,0	2	28,6	2	33,3	5	50,0	2	50,0
$>1,0$	4	40,0	6	46,2	6	35,3	3	30,0	5	71,4	4	66,6	5	50,0	2	50,0
Summe	10	100	13	100	17	100	10	100	7	100	6	100	10	100	4	100

Tab. 10b: Zuordnung von Eberfettproben zu unterschiedlichen Androstenon- und Schlachtgewichtsbereichen
(4 Schlachtgewichtsbereiche)

Androstenon- bereich ($\mu\text{g/g}$ Fett)	Schlachtgewichtsbereich (kg)							
	≤ 85	$>85 \leq 95$	$>95 \leq 105$	>105				
	n	%	n	%	n	%	n	%
$\leq 1,0$	13	56,5	18	66,6	4	30,8	7	50,0
$>1,0$	10	43,5	9	33,3	9	69,2	7	50,0
Summe	23	100	27	100	13	100	14	100

n = Anzahl der Fettproben
 [] = höchster
 [] = niedrigster
 } Prozentsatz innerhalb
 eines Androstenon-
 bereiches

Tab. 11: Zuordnung von Eberfettproben zu unterschiedlichen Androstenon- und Schlachtgewichtsbereichen

Androstenon- bereich ($\mu\text{g/g}$ Fett)	Schlachtgewichtsbereich (kg)											
	≤ 80	$> 80 \leq 85$	$> 85 \leq 90$	$> 90 \leq 95$	$> 95 \leq 100$	$> 100 \leq 105$	$> 105 \leq 110$	> 110				
	n	n	n	n	n	n	n	n	%	%	%	%
$\leq 0,5$	6	5	6	7	2	0	3	1	50,0	38,5	30,0	25,0
$> 0,5 \leq 1,0$	0	2	5	0	0	2	2	1	0	15,4	33,3	25,0
$> 1,0$	4	6	6	3	5	4	5	2	40,0	46,1	50,0	50,0
Summe	10	13	17	10	7	6	10	4	100	100	100	100

n = Anzahl der Fettproben

 = höchster

 = zweithöchster

 = dritthöchster

Prozentsatz innerhalb eines Androstenonbereiches

Tab. 12: Zuordnung von Eberfettproben zu unterschiedlichen Schlachtgewichts- und Androstenonbereichen (0,5 µg/g-Abstufungen)

Androstenon- bereich (µg/g Fett)	Schlachtgewichtsbereich (kg)				
	≤ 85 kg (min. 69 kg) n	> 85 ≤ 95 n	> 95 ≤ 105 n	> 105 kg (max. 117 kg) n	> 105 kg (max. 117 kg) n
0 ≤ 0,5	11 [47,8]	13 [48,1]	2 15,4	4 [28,6]	
> 0,5 ≤ 1,0	2 8,7	5 [18,5]	2 15,4	3 [21,4]	
> 1,0 ≤ 1,5	3 13,0	4 14,8	4 [30,8]	3 [21,4]	
> 1,5 ≤ 2,0	3 13,0	2 7,4	1 7,7	0 0	
> 2,0 ≤ 2,5	0 0	2 7,4	3 [23,0]	1 7,1	
> 2,5 ≤ 3,0	0 0	1 3,7	0 0	0 0	
> 3,0	4 [17,4]	0 0	1 7,7	3 [21,4]	
Summe	23 100	27 100	13 100	14 100	

n = Anzahl der Eberfettproben

[] = höchster } Prozentsatz innerhalb eines
[] = zweithöchster } Schlachtgewichtsbereiches

1 und 2 : wichtige sensorische Geruchsschwellen

Der Androstenonbereich $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett wurde zusätzlich berücksichtigt, weil in diesem Bereich der Ebergeruch in der Regel nicht wahrgenommen werden kann.

Unter Berücksichtigung der aus der Feinabstufung der Gewichtsbereiche resultierenden geringeren Tierzahl in den einzelnen Gewichtsklassen wurde bei Betrachtung des Androstenonbereiches $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ die relativ hohe prozentuale Besetzung dieses Bereiches bis maximal 70 % innerhalb des Schlachtgewichtsbereiches 95 kg deutlich. Bis zu diesem Schlachtgewicht fanden sich konstant höhere Prozentsätze als in den darüberliegenden Bereichen.

Im nächsthöheren Androstenonbereich von $>0,5 \leq 1,0 \mu\text{g/g}$ Fett waren nicht alle Gewichtsklassen besetzt. Der höchste Prozentsatz der Meßwerte entfiel mit 33,3 % auf den Gewichtsbereich $>100 \leq 105$ kg. Zwar lag der zweithöchste Prozentsatz (29,4 %) in einem der unteren Schlachtgewichtsbereiche ($>85 \leq 90$ kg), jedoch lag der dritthöchste (25,0 %) im höchsten Gewichtsbereich (>110 kg).

Die Tendenz zu höheren prozentualen Besetzungen bei höheren Androstenongehalten wurde vor allem im Androstenonbereich $>1,0 \mu\text{g/g}$ deutlich. Die drei höchsten Prozentsätze (71,4 %, 66,7 % sowie 50,0 %) entfielen alle auf die über 95 kg liegenden Schlachtgewichtsbereiche.

Die Tab. 12 zeigt die Zuordnung von 4 Schlachtgewichtsbereichen zu 7 Androstenonbereichen ($0,5 \mu\text{g/g}$ -Abstufungen). Die sensorisch wichtigen Schwellenwerte von $0,5 \mu\text{g/g}$ und $1,0 \mu\text{g/g}$ wurden in der Tabelle mit 1 bzw. 2 gekennzeichnet.

In den Gewichtsbereichen ≤ 85 kg sowie $>85 \leq 95$ kg lagen jeweils annähernd 50 % der Fettproben im niedrigen Androstenonbereich von $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett. In den beiden höheren Gewichtsklassen von $>95 \leq 105$ kg sowie >105 kg war dieser Androstenonbereich mit 15,4 % bzw. 28,6 % hingegen deutlich geringer besetzt.

Im nächsthöheren Androstenonbereich $>0,5 \leq 1,0 \mu\text{g/g}$ Fett lag der höchste Prozentsatz (21,4 %) im höchsten Gewichtsbereich (>105 kg). Nicht wesentlich kleiner war jedoch der prozentuale Anteil der Fettproben (18,5%) im niedrigen Schlachtgewichtsbereich von $>85 \leq 95$ kg.

Weitere bemerkenswert hohe Prozentsätze konnten im Androstenonbereich $>1,0 \leq 2,0$ $\mu\text{g/g}$ mit 30 % sowie mit 21,4 % bei den Tieren >105 kg Schlachtgewicht ermittelt werden. Im Androstenonbereich $>2,0 \leq 3,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett waren in der Gewichtsklasse $>95 \leq 105$ kg 32,0 %, im Androstenonbereich $>3,0$ $\mu\text{g/g}$ bei den Tieren >105 kg Schlachtgewicht 21,4 % der Werte zu verzeichnen.

Durch die Besetzung des Androstenonbereiches $>3,0$ $\mu\text{g/g}$ mit 4 Fettproben kam auch für den Schlachtgewichtsbereich >85 kg ein unerwartet hoher Prozentsatz von 17,4 % zustande.

4.3. Ergebnisse der sensorischen Ebergeruchsuntersuchungen

4.3.1. Ergebnisse des Riechpapiertests im Vergleich mit der Ebergeruchserkennung an Rückenfettproben

Der Riechpapiertest als sensorische Leistungskontrolle wurde mit dem Ziel durchgeführt, die Prüfer mit ungenügender Leistung am jeweiligen Prüfungstag herauszufinden.

Da die Prüfer nach diesem einfachen Riechpapiertest in jedem Fall an der sensorischen Prüfung des Ebermaterials teilnehmen durften, war nachträglich eine Überprüfung dahingehend möglich, ob sich ein ungenügendes Ergebnis der Leistungskontrolle auch in der weiteren Untersuchung bestätigen würde.

Die Tab. 13 zeigt die Zusammenfassung aller an den 8 Prüfungstagen ermittelten Riechpapieranordnungen. Die unterschiedliche Fähigkeit, die vorgegebenen 3 Geruchsstoffkonzentrationen sowie die Leerprobe ihrer Geruchsstärke nach richtig zu platzieren, kam hierbei deutlich zum Ausdruck.

Relativ konstant ausgeprägt war diese Fähigkeit bei den Prüfern 1 bis 3, wobei in einem abweichenden Fall (Prüfer 1: 8. Prüfungstag) eine leichte Erkältung für dieses Ergebnis verantwortlich gewesen sein mag.

Bis auf Prüfer 7 und 8 schienen bei den übrigen Prüfern zumindest keine Schwierigkeiten zu bestehen, zwischen den mit synthetischem Geruchsstoff getränkten Riechpapieren und der Leerprobe zu unterscheiden. In mehreren Fällen wurden neben Vertauschungen von Intensitätsstufen auch unterschiedliche Konzentrationsstufen als gleichstark empfunden (z.B. Prüfer 5: am 2., 6. und 8. Prüfungstag).

Die in den sensorischen Einzelproben tests an nativen Fettproben erzielten Ergebnisse wurden in der Tab. 14 zusammengefaßt dargestellt. Aus dieser Tabelle ist sowohl die Anzahl der vorgelegten Eber- und Kontrollfettproben als auch die von

Tab. 13: Ergebnisse der Riechpapiertests

	Prüfer 1 ♂	Prüfer 2 ♂	Prüfer 3 ♀	Prüfer 4 ♀	Prüfer 5 ♀	Prüfer 6 ♂	Prüfer 7 ♂	Prüfer 8 ♂
Plazierung der Riechpapiere nach der Geruchsstärke	A B C 0	A B C 0	A B C 0	A B C 0	A B C 0	A B C 0	A B C 0	A B C 0
Riechpapierplatzierungen am:								
1. Prüfungstag	2 3 1 0	3 2 1 0	2 3 1 0	3 1 2 0	n.t.	n.t.	n.t.	n.t.
2. Prüfungstag	3 2 1 0	3 2 1 0	3 2 1 0	n.t.	2 3 - 1 0	2 3 1 0	3 2 0 1	3 1 2 0
3. Prüfungstag	3 2 1 0	3 2 1 0	3 2 1 0	2 3 1 0	2 3 1 0	n.t.	3 1 2 0	3 2 0 1
4. Prüfungstag	3 2 1 0	3 2 1 0	3 2 1 0	3 2 - 1 0	3 2 1 0	n.t.	2 3 1 0	3 2 0 1
5. Prüfungstag	3 2 1 0	3 2 1 0	n.t.	3 1 - 0 2	3 2 1 0	n.t.	3 - - 1 0	3 1 2 0
6. Prüfungstag	3 2 1 0	3 2 1 0	3 2 1 0	n.t.	2 3 - 1 0	2 3 1 0	3 2 - 1 0	3 2 0 1
7. Prüfungstag	3 2 1 0	3 2 1 0	n.t.	3 2 1 0	2 3 1 0	1 3 2 0	2 1 - 3 0	3 1 2 0
8. Prüfungstag	1 2 3 0	3 2 1 0	n.t.	2 3 - 0 1	3 2 - 0 1	1 2 3 0	0 3 2 1	3 2 - 0 1

Anmerkungen:

n.t. = nicht teilgenommen

Geruchsstärke: A = stärkster

B = zweitstärkster

C = drittstärkster

0 = ohne

Geruch

Riechpapierbeschreibung

mit Geruchsstoff:

Nr. 3 = höchste Konzentration

Nr. 2 = mittlere Konzentration

Nr. 1 = niedrigste Konzentration

Nr. 0 = ohne Geruchsstoff

Tab. 14: Zusammenfassung der Ergebnisse der sensorischen Einzelprobentests an den verschiedenen Prüfungstagen

Prüfungs- tag Nr.	Anz. vor- gelegter Proben	Anzahl erkannter Eber- bzw. falsch-positiv erkannter Kontrollproben *)																Durchschnitt (alle Prüfer)		
		Prüfer 1		Prüfer 2		Prüfer 3		Prüfer 4		Prüfer 5		Prüfer 6		Prüfer 7		Prüfer 8				
		E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	E	K	
1	5	5	4	0	5	2	5	3	4	0	--	--	--	--	--	--	--	4,5	1,3	
2	6	6	4	1	5	0	6	1	--	--	6	2	6	2	5	1	5	1	5,3	1,1
3	12	12	9	3	10	4	11	0	10	5	9	2	--	--	9	0	9	1	9,6	2,1
4	12	12	8	0	9	1	11	0	11	2	11	3	--	--	12	0	8	0	10,0	0,9
5	7	7	4	0	6	1	--	--	2	0	5	1	--	--	6	1	4	1	4,5	0,7
6	12	12	5	1	5	4	10	0	--	--	7	0	5	2	9	1	8	2	7,0	1,4
7	11	11	7	5	5	0	--	--	7	2	4	0	10	4	10	0	5	4	6,9	2,1
8	12	12	7	0	8	3	--	--	9	2	7	0	9	1	12	0	9	0	8,7	0,9

*) als "erkannt" bzw. "falsch-positiv erkannt" galten die Geruchsbeurteilungen "schwach positiv", "positiv" und "stark positiv"

E = Eberfettproben (jeweils verschiedene Tiere)

K = Kontrollfett (Kastrat oder ♀ Tier, jeweils

gleiches Tier/Tag);

zusätzlich war 1 Kontrollfett deklariert

den einzelnen Prüfern richtig bzw. falsch-positiv erkannten Proben ersichtlich.

Durch das Mitführen von Kontrollfettproben, von denen zusätzlich eine deklariert wurde, sollte den Prüfern zum einen das Erkennen von Geruchs-"abweichungen" ermöglicht werden (deklarierte Neutralprobe $\leftrightarrow$ Eberfettprobe), zum anderen sollte das Bemühen um ein sorgfältiges Urteil gefördert werden (verschlüsselte Neutralproben $\leftrightarrow$ Eberfettproben).

Über den gesamten Prüfzeitraum hinweg wurden von allen vorgelegten Kontrollfettproben im Durchschnitt 12,3 % von den Prüfern falsch positiv erkannt (= schwach positiv, positiv oder stark positiv).

In der Endauswertung zeigten sich zum Teil sehr deutliche Unterschiede in der Leistung der einzelnen Prüfer. So war die Leistung von Prüfer 1 am 1. Prüfungstag mit 4 richtig erkannten Eberproben (von 5 vorgelegten) und keinem falsch-positiven Ergebnis besser einzustufen als die von Prüfer 3 desselben Tages. Dieser Prüfer erkannte zwar 5 Eberproben richtig, gleichzeitig befand er aber 3 Kontrollfettproben ebenfalls als mit Geschlechtsgeruch behaftet.

Noch deutlicher kamen die Unterschiede in der individuellen Ebergeruchserkennung beispielsweise am 7. Prüfungstag zum Ausdruck. Von 11 vorgelegten Eber- und Kontrollproben wurden vom Prüfer 1 lediglich 7 richtig erkannt. Er fand jedoch auch bei 5 Kontrollproben eine Geruchsveränderung. Dagegen konnte der Prüfer 7 in diesem Testdurchgang 10 Eber identifizieren, wobei er keine der Kontrollproben beanstandete.

Die Unterschiede in der Geruchserkennung variierten nicht nur bei den Prüfern untereinander, sondern auch für den gleichen Prüfer an verschiedenen Tagen. Zum Beispiel erkannte Prüfer 2 an 2 Prüfungstagen von 6 Ebern 5 richtig, ohne eine falsch-positive Bewertung bei den Kontrollproben. Am 6. Prüfungstag bewertete er jedoch bei 5 richtig erkannten Ebern auch 4 Kontrollfette als geruchsverändert.

Verglich man die am jeweiligen Prüfungstag im Riechpapiertest erzielten Ergebnisse mit den Leistungen in der sensorischen Beurteilung der Fettproben, so waren diese oft nicht miteinander in Einklang zu bringen. Als Beispiel für diesen Sachverhalt sei Prüfer 7 angeführt. Obwohl er im Riechpapiertest nicht ein einziges Mal die gestellte Aufgabe richtig erfüllt hatte, waren seine Fähigkeiten, den Ebergeruch an Fettproben zu erkennen, als gut zu bezeichnen. An sämtlichen Prüfungstagen lagen seine Ergebnisse bezüglich der Eber meist über, bei den falsch-positiven Beurteilungen der Kontrollen meist unter dem Durchschnitt aller teilnehmenden Prüfer.

Dagegen unterschieden sich die im Riechpapiertest hervorragend abschneidenden Prüfer 1 und 2 bei den Beurteilungen der Eber- und Kontrollproben häufig, zum Teil sogar erheblich vom Durchschnitt aller Prüfer (Beispiele: Tab. 13+14; Prüfer 1: 7. Prüfungstag; Prüfer 2: 3., 6. und 8. Prüfungstag). Lediglich bei Prüfer 3 waren sowohl im Riechpapiertest als auch bei der sensorischen Prüfung der Fettproben gute und gleichbleibende Ergebnisse zu verzeichnen.

Aufgrund des oben beschriebenen Sachverhaltes erschien es sinnvoll, die Ergebnisse des Riechpapiertests für die weitere Auswertung der sensorischen Daten der Fettuntersuchung nicht zu berücksichtigen. Auch die falsch-positiv erkannten Kontrollproben blieben für die weitere Auswertung ohne Einfluß. Somit konnten alle hierbei erzielten Prüferurteile in das Gesamtergebnis mit einfließen.

Eine Auswertung der Sensorikergebnisse im Hinblick auf geschlechtsspezifische Unterschiede in der Geruchsbewertung ließ sich wegen der wechselnd zusammengesetzten Prüfergruppe an den einzelnen Tagen nicht sinnvoll durchführen.

4.3.2. Geruchsbeurteilung in Abhängigkeit vom Androstenon- gehalt der Einzelproben

Die von den verschiedenen Prüfern für jede Fettprobe subjektiv vergebenen Geruchsbeurteilungen wurden, wie im folgenden beschrieben, zu einer Sensorikmaßzahl zusammengefaßt.

Hierzu wurden die Prüferurteile für die jeweiligen Geruchsintensitäten der 5 Stufenskala mit entsprechenden Punktzahlen gewichtet. Ein Berechnungsbeispiel für die Sensorikmaßzahl einer Eberfettprobe (= gewichteter Mittelwert aus 7 Prüferurteilen) ist in Tab. 15 dargestellt.

Tab. 15: Berechnungsbeispiel zur Ermittlung der Sensorikmaßzahl (1 Eberfettprobe; 7 Prüfer mit je einem Prüferurteil bezüglich der Geruchsintensität)

Geruchsbewertung		Eber Nr.:	
Geruchs- intensität	Punkt- zahl	Prüfer- urteile	Prüferurteile x Punktzahl
0	1	2	2
(+)	2	1	2
+	3	4	12
++	4	0	0
+++	5	0	0
Summen:		7 (=a)	16
b : a = Sensorikmaßzahl		16 : 7 = <u>2,29</u> = Sensorikmaßzahl	

Die so errechneten Sensorikmaßzahlen der Fettproben wurden dem Androstenongehalt jeder Fettprobe (Tab. 19) zugeordnet (Abb. 10), um so die Beziehung zwischen sensorischer Beurteilung und dem Gehalt an Geruchstoff überprüfen zu können.

Als Trennlinie zwischen den Bewertungen "mit" und "ohne" Ebergeruch wurde die Mitte zwischen der Geruchstufe "zweifelhaft" (= 2,0) und "schwach positiv" (= 3,0) mit dem Wert 2,5 festgelegt. Hierbei wurde vorausgesetzt, daß zwischen den Intensitätsstufen jeweils gleiche Abstände vorlagen.

Anhand dieser Festlegung war ersichtlich, daß sämtliche Fettproben mit einem Androstenongehalt bis $0,2 \mu\text{g/g}$ Fett in keinem einzigen Fall die Geruchsbewertung von 2,5 überschritten. Definitionsgemäß waren also diese Proben "ohne" Ebergeruch. Der Wert von $0,2 \mu\text{g/g}$ könnte daher als unterer Grenzwert (Wahrnehmungsschwelle) für die sensorische Identifizierbarkeit angesehen werden.

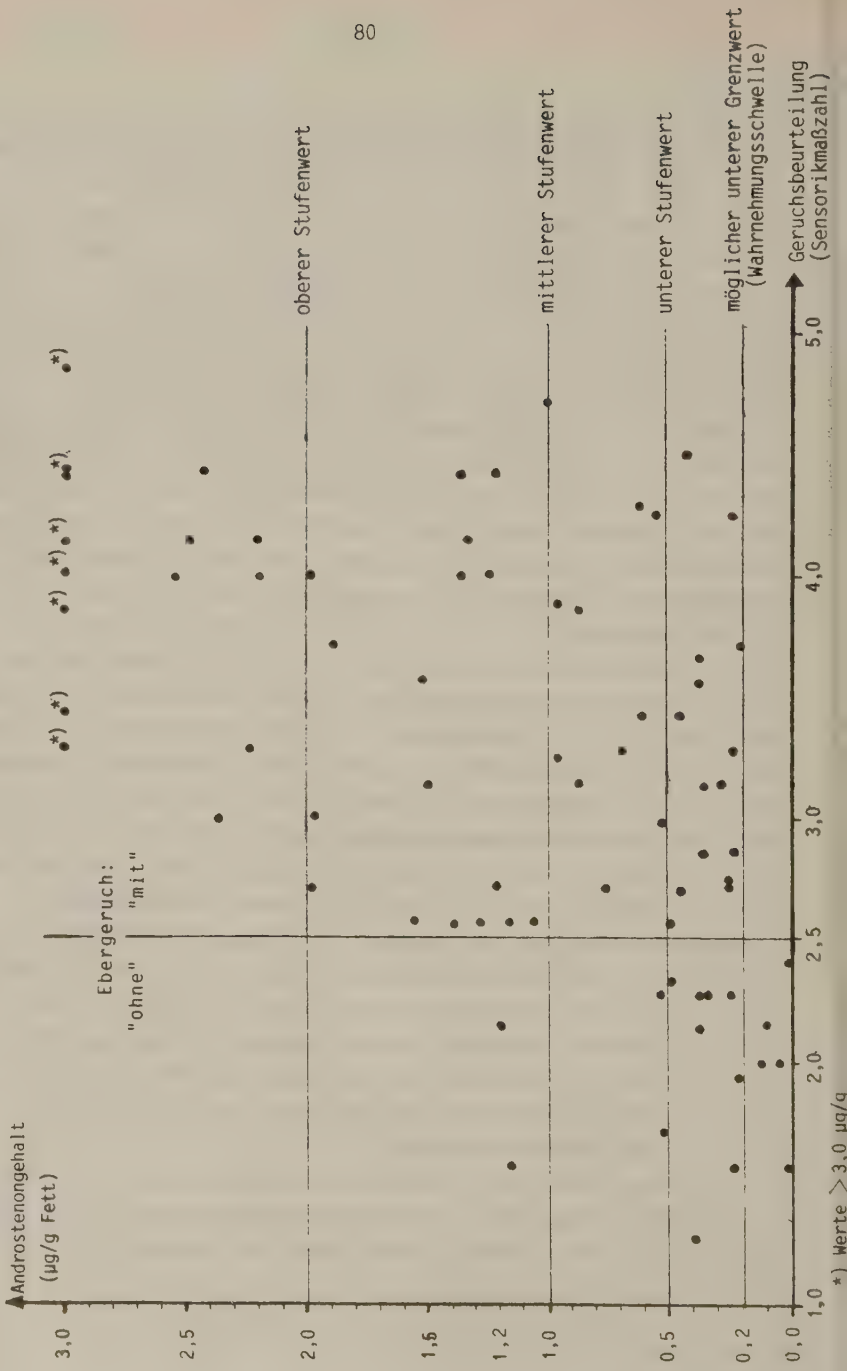
Bei Androstenongehalten von $>0,2 \leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett wurden Geruchsbewertungen erzielt, die fast die ganze Breite der möglichen negativen und positiven Bewertungen ausmachten. Ab $0,5 \mu\text{g/g}$ waren, bis auf 4 Ausnahmen, alle Prüferbewertungen positiv ("mit" Ebergeruch) und dabei bis etwa $2,0 \mu\text{g/g}$ Fett ziemlich gleichmäßig im positiven Bereich gestreut.

Erst oberhalb von $2,0 \mu\text{g/g}$ Fett zeigte sich eine steigende Tendenz in der Intensität der positiven Einstufungen.

Entsprechend der getroffenen Festlegung für die Beurteilung "mit" oder "ohne" Ebergeruch waren sämtliche Eberfettproben mit einem Androstenongehalt von $>1,2 \mu\text{g/g}$ Fett als positiv identifiziert worden. Außer dem unteren Grenzwert von $0,2 \mu\text{g/g}$ könnten $0,5$, $1,0$ und $2,0 \mu\text{g/g}$ als mögliche Stufenwerte für eine zunehmende Wahrscheinlichkeit der sensorischen Identifizierung des Ebergeruches angesehen werden.

Die Überprüfung auf Abhängigkeit von Ebergeruchsintensität und Androstenongehalt wurde mit dem Vierfelder- χ^2 -Test durchgeführt. Hierbei konnte statistisch eine Abhängigkeit beider Merkmale voneinander nachgewiesen werden ($\alpha = 0,05$).

Abb. 10: Beziehungen zwischen sensorischen Beurteilungen von Eberfett und dem Androstenongehalt der Einzelproben



4.3.3. Geruchsbeurteilungen innerhalb festgelegter Androstenonbereiche

Zur Darstellung der sensorischen Ergebnisse in Abb. 11 wurden die Einzelbewertungen der Prüfer innerhalb der gebildeten Androstenonbereiche addiert und den Bewertungsstufen prozentual zugeordnet.

Die niedrigen Androstenonbereiche $\leq 0,5$ und $>0,5 \leq 1,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett wurden deshalb so gewählt, damit die als sensorische Schwellenwerte angesehenen Androstenonkonzentrationen von $0,5$ $\mu\text{g/g}$ und $1,0$ $\mu\text{g/g}$ Berücksichtigung fanden.

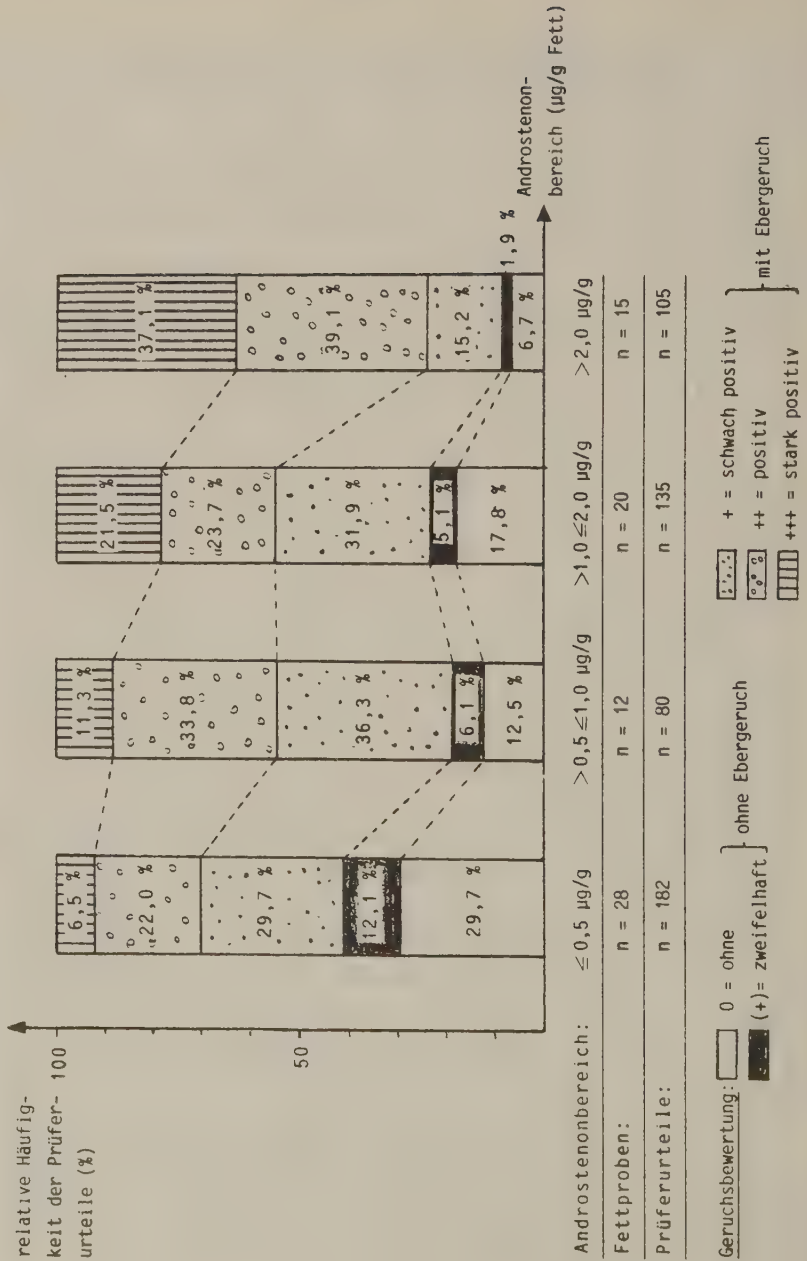
Im Androstenonbereich $\leq 0,5$ $\mu\text{g/g}$ Fett fielen rund je 1/3 der Beurteilungen auf die Geruchsstufen "negativ" und "schwach positiv", während die Stufe "zweifelhaft" nur mit 12,1 % besetzt ist. Es ist jedoch ersichtlich, daß schon in diesem Konzentrationsbereich 22 % der Prüfer einen deutlichen, in 6,5 % der Fälle sogar starken Ebergeruch verzeichneten.

Faßte man die beiden niedrigsten Geruchsstufen (0 und (+)) zur Kategorie "ohne Geschlechtsgeruch" zusammen, so fielen rund 42 % der Proben dieses Androstenonbereiches in diese Kategorie. Entsprechend lag der Anteil der Prüferurteile "mit Geschlechtsgeruch" hier bei fast 60 %.

Betrachtete man den nächst höheren Androstenonbereich ($>0,5 \leq 1,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett), so fiel die sprunghafte Abnahme der "negativen" und "zweifelhaften" Beurteilungen auf etwa die Hälfte des Prozentsatzes des vorangegangenen Androstenonbereiches auf. Insgesamt mehr als 80 % der Prüferbewertungen fielen in diesem Androstenonbereich in die Kategorie "mit Geschlechtsgeruch". Innerhalb dieser Kategorie lagen die Schwerpunkte der Beurteilungen jedoch noch bei "schwach positiv" und "positiv", obwohl sich die Zahl der "stark positiv"-Urteile fast verdoppelt hatten.

In dem etwas weiter als die vorangegangenen Bereiche gefaßten Androstenonbereich von $>1,0 \leq 2,0$ $\mu\text{g/g}$ Fett zeigte sich zwar eine leichte Abnahme der Gesamtbeurteilung "mit

Abb. 11: Prozentuale Verteilung der Prüferurteile in unterschiedlichen Androstenonbereichen



Geschlechtsgeruch" von vorher 81,4 % auf 77,1 %, jedoch hatte innerhalb dieser Kategorie eine Verschiebung der sensorischen Beurteilungen von den "schwach positiven" und "positiven" hin zu den "stark positiven" stattgefunden.

Für die Proben mit Androstenongehalten von $>2,0 \mu\text{g/g}$ Fett stellte sich die Tendenz zu hohen Geruchsbeurteilungen eindeutig dar. Nur noch 8,6 % der Prüferurteile fielen in die Kategorie "ohne Geschlechtsgeruch". In der Kategorie "mit Geschlechtsgeruch" entfielen die sensorischen Bewertungen mit fast je 40 % auf die Geruchsstufen "positiv" und "stark positiv".

Anhand der in der Abb. 11 eingezeichneten gestrichelten Verbindungslinien ließen sich die Tendenzen der Geruchsbeurteilungen bei steigenden Androstenonbereichen optisch gut verfolgen. Auffallend waren hierbei die starken Veränderungen zwischen den beiden ersten Androstenonbereichen. Daran könnte die in diesem Bereich vermutete Geruchsschwelle verantwortlich sein. Dennoch war es erstaunlich, daß schon im Androstenonbereich $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett rund 60% der Prüfer Geruchsveränderungen unterschiedlicher Intensität ausmachten.

Eine weitere bedeutende Änderung vollzog sich dann erst vom Androstenonbereich $>1,0 \leq 2,0 \mu\text{g/g}$ zu $>2,0 \mu\text{g/g}$ Fett. Hier scheint für die meisten Prüfer die entscheidende Androstenonkonzentration gelegen zu haben, die zu einer Identifizierbarkeit der Eberproben mit über 90 % im Bereich $>2,0 \mu\text{g/g}$ Fett führte.

4.3.4. Sensorikerggebnisse in Abhängigkeit vom Schlachtgewicht

In Abb. 12 wurden die relativen Häufigkeiten der sensorischen Entscheidungen innerhalb der gebildeten Schlachtgewichtsbereiche dargestellt.

Die sensorischen Prüferurteile tendierten vom Gewichtsbereich ≤ 85 kg zum Bereich $> 85 \leq 95$ kg zunächst zu geringeren Bewertungen des Geschlechtsgeruches, wobei die "zweifelhaften" und "negativen" Beurteilungen zunahmen. Der Anteil an "stark positiven" Urteilen war jedoch gleich geblieben.

Im darauffolgenden Gewichtsbereich von $> 95 \leq 105$ kg ergab sich insbesondere eine Abnahme der "zweifelhaften" und "negativen" Bewertungen. In höchsten Schlachtgewichtsbereich von > 105 kg war im Vergleich zum Vorhergehenden wieder eine deutliche Zunahme der "positiven" und "stark positiven" Prüferurteile zu verzeichnen.

Betrachtet man die Beurteilung der Prüfer über alle Gewichtsbereiche hinweg, so läßt sich nur eine mäßige Tendenz zu höheren Identifizierungsraten bei steigendem Schlachtgewicht erkennen. Vergleicht man die sensorischen Ergebnisse aus dem Schlachtgewichtsbereich ≤ 85 kg (niedrigster Bereich) mit dem Bereich > 105 kg (höchster Bereich), so waren die auftretenden Unterschiede nur geringfügig. Sie betrafen vor allem die Beurteilungen "negativ" und "zweifelhaft", die sich zugunsten aller "positiv"-Urteile zum hohen Gewichtsbereich hin verringerten. Die "stark positiven" Prüferbewertungen blieben über alle Schlachtgewichtsbereiche hinweg relativ konstant zwischen 16,5 und 19,4 %.

Auch aus Abb. 13 kann ersehen werden, daß die Sensorikwerte der Einzelproben keine sichtbare Beziehung zu den Einzelschlachtgewichten aufwiesen. Mit dem Vierfelder- χ^2 -Test konnte statistisch keine Abhängigkeit beider Merkmale festgestellt werden ($\alpha = 0,05$).

Abb. 12: Sensorische Beurteilung des Ebergeruches innerhalb verschiedener Schlachtgewichtsbereiche

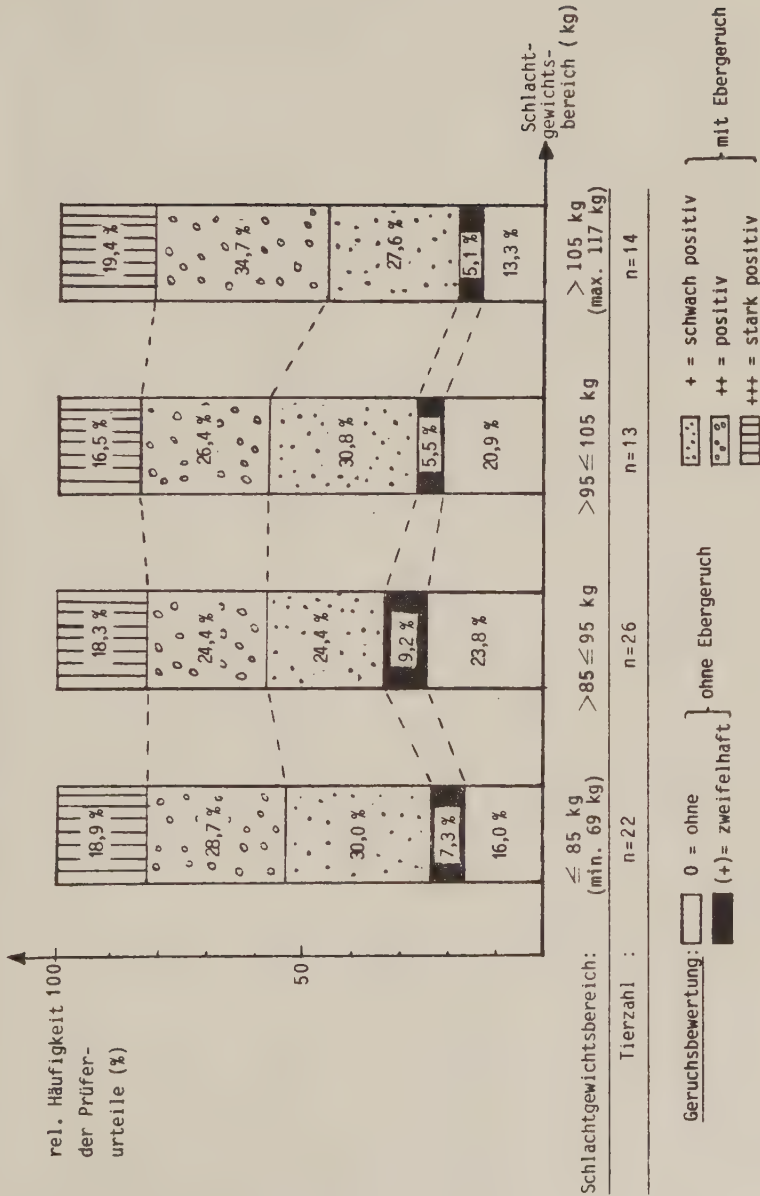
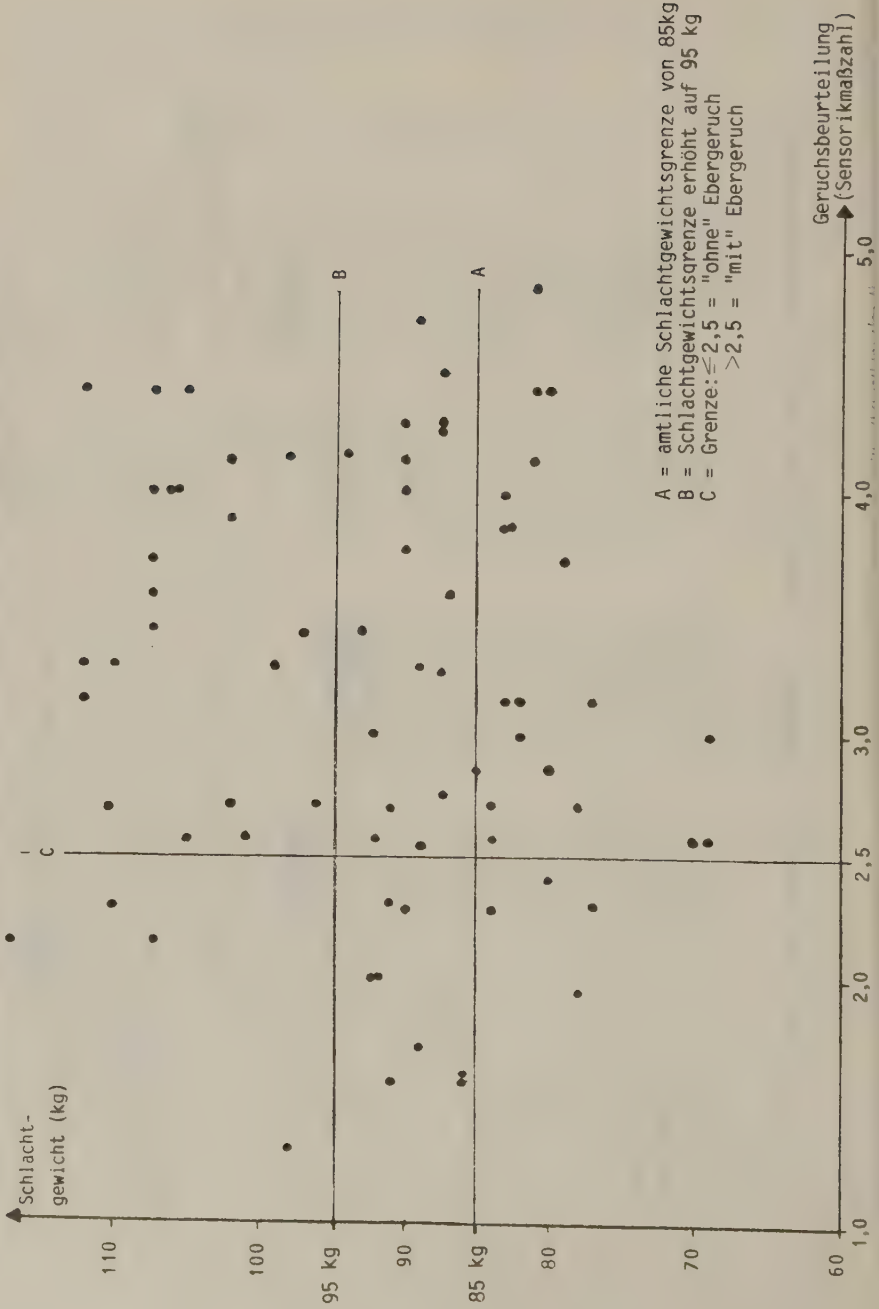


Abb. 13: Beziehungen zwischen der sensorischen Beurteilung und dem Einzelschlachtgewicht



Zur weiteren Auswertung der Abb. 13 wurden zwei zusätzliche Kriterien herangezogen. Die Gerade A stellt die Schlachtgewichtsgrenze von 85 kg dar, die nach § 47 (3)b AB.A. für die amtliche Beurteilung der Eber in der Fleischschau maßgeblich ist.

Mit der Geraden C wurde auf der Skala der Geruchsbewertung wiederum die Grenze zwischen "ohne" und "mit" Ebergeruch auf 2,5 festgelegt (siehe 4.3.2.).

Die Verteilung der Ebertierkörper in den durch die Geraden A und C entstandenen Quadranten ist in Tab. 16 zusammengefaßt dargestellt. Betrachtet man zunächst die Schlachtgewichtsgrenze von 85 kg als maßgebend, so lag der prozentuale Anteil der Eber "mit" Ebergeruch bei 83,4 % (n=20). Dies entsprach in etwa dem prozentualen Anteil der Eber "mit" Ebergeruch, der oberhalb der 85 kg-Grenze lag (76,5 %; n=39). Der Anteil an geruchsfreien Tieren ("ohne" Ebergeruch) in dieser Gewichtsklasse (>85 kg) lag demnach bei 23,5 %. Diese Tiere würden demnach, obwohl ohne Ebergeruch, unter die starre Regelung der 85-kg-Grenze fallen und demnach minderwertig werden. Auf der anderen Seite würden die 83,4 % Eber "mit" Geschlechtsgeruch, die unterhalb 85 kg liegen, zur Brauchbarmachung durch Pökeln freigegeben.

Bei einer Erweiterung der Schlachtgewichtsgrenze auf 95 kg (Abb. 13: Gerade B) würde für 26 zusätzliche Eber die Möglichkeit zur Brauchbarmachung bestehen. Der prozentuale Anteil an Tieren "mit" Ebergeruch war sogar von 83,4 % auf 76,0 % gesunken.

Tab. 16: Zusammenfassung der Ergebnisse aus den in der
Abb. 13 dargestellten Grenzbereichen

Schlacht- gewicht (kg)	Ebergeruch				derzeitige amtliche Beur- teilung § 47 (3)b AB.A.
	"ohne" n %	"mit" n %	Σ n		
A ≤ 85 min.69	4 16,6	20 83,4	24		minderwertig bzw. tauglich nach Behandlung; Anl. 6, AB.A.
> 85 max.117	12 23,5	39 76,5	51		minderwertig
≤ 95 min.69	12 24,0	38 76,0	50		minderwertig ab 85 kg
B > 95 max.117	4 16,0	21 84,0	25		minderwertig

n = Anzahl der Tiere

A = 85-kg-Grenze

B = 95-kg-Grenze

C = festgelegte Grenze "ohne"/"mit" Ebergeruch

aus Abb. 13

5. Diskussion

5.1. Diskussion der angewandten Methode zur quantitativen Androstenonbestimmung

Von mehreren bekannten Verfahren zur Androstenonbestimmung in Fett (2.7.) wurde die Methode von KAUFMANN et al. (1976) ausgewählt, weil sie am ehesten für eine Anpassung an die zur Verfügung stehende labormäßige Ausrüstung geeignet erschien. Die Aufgabe war, ohne radioaktiv markierte Substanzen eine quantitative Bestimmung des Ebergeruchssteroids zu erreichen.

Da die Versuche zur Quantifizierung nach dem Prinzip der externen Eichung, wie von FUCHS (1971) sowie PATTERSON (1968a) angewandt, nicht erfolgreich verliefen, fiel nach weiteren Vorversuchen die Wahl auf die in 3.2. beschriebene Art der Quantifizierung. Aus der Aufstellung von Material und Methodik läßt sich unschwer ersehen, daß der Arbeits- und Materialaufwand nicht unerheblich ist. Der entstehende Arbeitsaufwand war zum einen deswegen so hoch, weil für einen Meßwert zwei Fettproben aufgearbeitet werden mußten. Hinzu kam, daß für die völlige Gleichbehandlung dieses Probenpaares ein Höchstmaß an Präzision und Konzentration über die gesamte Dauer der Aufarbeitung hinweg erforderlich war.

Die Probengröße von 2x10 g Fett pro Bestimmung war notwendig, da aus dem zuletzt gewonnenen Extrakt (0,5 ml) in der Regel lediglich 3 µl pro Probe gaschromatographisch analysiert wurden. In diesem Extrakt mußte das Androstenon deshalb in relativ hoher Konzentration vorliegen. Eine Reduzierung der Ausgangsmenge hätte zwar eine Verminderung des Aufwandes an Lösungsmitteln und Reagenzien bedeutet, ebenso aber auch eine Senkung der unteren Nachweisgrenze für Androstenon.

Die gaschromatographischen Verfahren von KAUFMANN et al. (1976) sowie von CLAUS (1970) benötigen für eine Bestimmung die vergleichsweise geringe Menge von 3 bzw. 5 g Fett. Allerdings erfolgt dort die Extraktaufgabe mit einem Feststoffprobengeber, so daß die Aufgabemenge ohne gleichzeitige Erhöhung des Lösungsmittelanteiles erhöht werden konnte.

Der in 3.3.4. durchgeführte Modellversuch zur Überprüfung der Richtigkeit und Genauigkeit der Methode zeigt, daß bei Bestimmung der niedrigen Androstenonkonzentrationen von 0,5 µg/g Fett der entstehende Fehler mit einem Variationskoeffizienten von 32 % relativ groß war. Dieser relative Fehler nahm jedoch bei den höheren Methodikwerten kontinuierlich ab auf Variationskoeffizienten von <10 %. Im Vergleich mit der gaschromatographischen Methode von KAUFMANN et al. (1976) liegen die Standardabweichungen der hier ermittelten Ergebnisse in den vergleichbaren Konzentrationsbereichen teilweise doppelt so hoch. Allerdings verzeichneten auch KAUFMANN et al. bei den niedrigen Konzentrationen Variationskoeffizienten bis zu 37 %.

Die anhand der linearen Regression ermittelten Daten (3.3.4.2.2.) ließen im Hinblick auf die Richtigkeit der Methode keine Zweifel ($r=0,98$; Steigung der Geraden= $1,0199$). Die Hypothese, daß die im Modellversuch vorgegebenen Androstenonwerte mit dem angewendeten Verfahren bestimmt werden können, ließ sich nicht verwerfen. Die ermittelte Genauigkeit der Methode (Standardabweichung um die Gerade= $0,18$ µg/g Fett) ist vor dem Hintergrund zu sehen, daß die gemessenen Androstenonkonzentrationen im Fettgewebe ohnehin nie den genauen repräsentativen Wert für einen Tierkörper darstellen, sondern nur den für die jeweils untersuchten Fettproben. Bekanntlich variiert der Gehalt an Geruchsstoff innerhalb eines Tieres mitunter beträchtlich (CLAUS, 1975a; ANDRESEN und BAKKE, 1975; KAUFMANN et al., 1976; WALSTRA und MATEMAN, 1982). Als Beispiel sei eine von CLAUS (1975a) mit der RIA-Methode ermittelte Differenz innerhalb eines Tierkörpers von 0,77 µg/g Fett genannt, und zwar zwischen einem Höchstwert von 1,93 µg/g und einem Niedrigstwert von 1,16 µg/g Fettgewebe.

Die Schwierigkeiten bei der Quantifizierung von hohen Androstenongehalten wurden bereits in Kapitel 4.1. angesprochen. Als Ursache hierfür sind mehrere Möglichkeiten in Betracht zu ziehen.

Besondere Bedeutung dürfte dem bei dieser Methode zugrunde liegenden Prinzip zukommen, daß in der Ausgangssituation (vor der Aufarbeitung) in beiden Proben A und D gleich viel Androstenon vorliegen muß. Die danach der Probe D zugesetzte Androstenonmenge von 10 µg sollte die spätere Bezugsgröße (Differenz) zur Berechnung des ursprünglich erhaltenen Geruchsstoffgehaltes darstellen. Dieses Prinzip konnte im Rahmen des Modellversuches erfolgreich angewendet werden. Theoretisch können sich bei nativen Proben jedoch durch ungenaue Fetteinwaage, ungleiche Zusammensetzung des Fettgewebes (Bindegewebs-Wasser-Fettverhältnis) sowie durch Ungleichverteilung des Geruchsstoffes im Fettgewebe (CLAUS, 1975a; KAUFMANN et al., 1976) schon hier Differenzen zwischen den beiden Parallelproben ergeben.

Durch gründliche Durchmischung einer größeren, feiner-kleinerten Fettmenge kann dieser Fehler reduziert werden. Leider standen für die vorliegenden Untersuchungen nur gewichtsmäßig geringe, gerade ausreichende Fettmengen zur Verfügung, so daß es hierbei vereinzelt nicht zu der erwünschten Gleichverteilung des Androstenons gekommen sein kann.

Bei den 5 Eberfettproben, deren Androstenongehalt empirisch mit $>3,0$ µg/g Fett ermittelt wurde, müßte sich demnach ein Fehlbetrag an Androstenon in der Probe D ergeben haben, der nahe bei der Größenordnung des zugesetzten Androstenon lag. Hierdurch ergaben sich dann die enorm hohen rechnerischen Ergebnisse.

Für die praktische Anwendung der Methode an nativen Fettproben wäre daher anzunehmen, daß die Aussagekraft der Meßwerte im niedrigen Androstenonbereich, etwa in der Größenordnung des zugesetzten Androstenon ($1,0 \pm 1,0$ µg/g Fett) am besten ist. Die Bestätigung dieser Annahme liefert die Über-

prüfung der Reproduzierbarkeit (3.3.4.3.). Die dort gemessenen Androstenonkonzentrationen an 8 nativen Fettproben lagen zwischen 0,17 µg/g und 1,30 µg/g Fett. Die errechnete Standardabweichung in diesem Bereich betrug nur 0,099 µg/g Fett.

Weshalb der Modellversuch zur Überprüfung der Methode bei den höheren Konzentrationsstufen bis 3,0 µg/g relativ genaue Ergebnisse erbrachte, mag daran liegen, daß die für das Quantifizierungsprinzip geforderten Ausgangsbedingungen der Gleichverteilung des Androstenon in Probe A und D leichter einzuhalten waren. Als Fehler kam hierbei lediglich das ungenaue Pipettieren der erwünschten Androstenonmengen in Betracht.

Daß die DC bei dem beschriebenen Problem eine Rolle spielt, ist nicht anzunehmen. Zwar kann sich das Laufmittel nach mehrmaliger Benutzung in seiner Zusammensetzung und damit auch in der Trenneigenschaft verändern (STAHL, 1967), doch würde sich dieses vor allem von Platte zu Platte auswirken. Jedes Probenpaar wurde jedoch gemeinsam auf einer Platte unter den gleichen Bedingungen gereinigt.

Eine mögliche Überlastung der DC durch zu große Probenaufgabe ist ebenfalls in Betracht zu ziehen, da eine relativ große Menge nichtverseifbarer Substanz (ca. $2 \times 18,4$ µg) aufgebracht wurde. In diesem Falle würde die Kapazität der mobilen Phase oder die lineare Kapazität des Sorbens überschritten (TOCHSTONE und DOBBINS, 1978), so daß nach Erreichen der vorgegebenen Laufstrecke nur eine bestimmte, in beiden Elutionszonen gleich große Menge Androstenon ankommen würde. Setzt man voraus, daß die Eigenschaften der Platten bezüglich dieser Kapazitäten immer gleich sind, müßten im Überlastungsfalle die erhaltenen relativen Peakflächen aus den Chromatogrammen für alle in Frage kommenden Proben gleich gewesen sein. Dieses traf jedoch nicht zu.

Als Nachteil der Methode ist der im Vergleich zu anderen Verfahren dieser Art sehr große Zeitaufwand für eine Bestim-

mung. Eine Einfachbestimmung dauert für eine eingearbeitete Person 1,5 - 2 Tage. In einer Arbeitswoche sind jedoch bei sukzessiver Aufarbeitung 4 Proben zu bewältigen.

Dagegen ermöglicht der von CLAUS (1975) entwickelte Nachweis mit der RIA-Methode pro Woche 40 Proben durch eine Person. Mit dem RIA von ANDRESEN (1975) kann eine Person sogar 15 Doppelbestimmungen in 1,5 Tagen bewältigen. Die neuere ELISA-Methode bringt es durch Automatisierung sogar auf 1000 Bestimmungen pro Tag. Sowohl die RIA- als auch die ELISA-Methode kamen aus labortechnischen Gründen für die vorliegende Untersuchung nicht in Frage (radioaktive Substanzen; Herstellung von Immunseren).

Ein weiterer Nachteil ist die für eine Bestimmung erforderliche Fettmenge, die neben dem hohen Verbrauch an Lösungsmitteln auch Schwierigkeiten bei der Beschaffung mit sich bringen kann. Darüber hinaus ist der zur Aufarbeitung notwendige Einsatz des toxischen Benzols nicht unbedenklich. Dieses könnte jedoch nach Überprüfung der Eignung durch Toluol ersetzt werden (STAHL, 1967).

Als Vorteil der Methode wäre zu werten, daß auf den Umgang mit radioaktivem Material verzichtet werden kann, wie das gleichfalls bei der ELISA-Methode der Fall ist, und somit die Auflagen der Strahlenschutzverordnung umgangen werden können. Jedes gut eingerichtete chemische Labor kann dieses Verfahren anwenden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Anwendbarkeit der Methode vor allem auf die unteren Androstenonkonzentrationen beschränkt ist ($\leq 3,0 \mu\text{g/g}$ Fett). Die bei den eigenen Untersuchungen ermittelten deutlichen Androstenonabstufungen in diesem Konzentrationsbereich lassen den Schluß auf einen sachgerechten Nachweis zu. Die höheren Androstenonbereiche ($> 3,0 \mu\text{g/g}$ Fett) waren für die vorliegende Fragestellung der Arbeit weniger relevant, weil es letztlich um die Konzentrationen ging, die im unteren Bereich, bedingt durch die zu bewertenden Schlachtgewichtsgruppen von 85 bis etwa 100 kg, lagen. In diesem Gewichtsbereich kommen in der Regel niedrige Gehalte vor.

5.2. Diskussion der Ergebnisse

5.2.1. Häufigkeit und Höhe der Androstenongehalte im Gesamttierstapel

Der Hauptteil (54,5 %) der gemessenen Androstenonwerte der Rücken-fettproben des untersuchten Tierkollektives (77 Eber; 69 bis 117 kg Schlachtgewicht *) lag vornehmlich im niedrigen Androstenonbereich bis zu 1,0 µg/g Fett. Der Rest der Werte verteilte sich mit abnehmenden Häufigkeiten auf die höheren Androstenonbereiche, wobei 8 Tiere den Wert 3,0 µg/g überschritten.

Ähnliche Verteilungsmuster fanden auch MALMFORS und ANDRESEN (1975) bei 111 Yorkshire und Schwedische Landrasse Ebern mit 100 - 110 kg Lebendgewicht*) sowie BONNEAU und DESMOULIN (1979) bei 77 Camborough Ebern mit ca. 100 kg Lebendgewicht. Auffallend war bei diesen Autoren ebenfalls das vereinzelte Auftreten von relativ hohen Androstenongehalten, die auch hier den Wert von 3,0 µg/g Fett überschritten. Sogar Werte bis 12 µg/g Fett im Lebendgewichtsbereich von 71 - 108 kg wurden von FØRLAND et al. (1981) verzeichnet.

Bei 156 Jungmastebern der Deutschen Landrasse mit einem Lebendgewicht von 80 bis 140 kg fanden WACHELAU und REUTER (1978) ebenfalls ähnlich verteilte Androstenongehalte wie in der eigenen Untersuchung. Der größte Teil der Androstenonwerte (89,1 %) lag auch hier im niedrigen Androstenonbereich bis zu 1,0 µg/g Fett. Der höchste gemessene Androstenongehalt lag aber nur bei 2,41 µg/g Fett.

Als Ursache für derart große Variationen im Androstenongehalt kommt eine Vielzahl von Möglichkeiten in Betracht. Zunächst stellt sich die Frage nach der Zusammensetzung des untersuchten Tierkollektives. Liegen nämlich ausschließlich sehr junge Tiere vor, die sich womöglich noch nicht einmal in der Geschlechtsreife befinden, wird man in der Regel niedrige Androstenonwerte feststellen.

*) Anhaltspunkt zum Gewichtsvergleich: Lebendgewicht = Schlachtgewicht minus 20 %

können. Umgekehrt ist bei älteren, geschlechtlich aktiven Tieren mit hohen Werten zu rechnen. Allerdings kam es nach Feststellungen von CLAUS (1975a) bei 3 alten Ebern (über 250 Tage alt) nicht zu einer Androstenonkonzentration auf hohem Niveau, vielmehr fand hier ein kontinuierlicher Abfall auf Werte von weniger als 1,0 µg/g Fett statt.

Das hier untersuchte Tierkollektiv setzte sich aus Ebern individueller Herkunft zusammen, wobei es sich vornehmlich um abgekörte Jungeber handelte, die anzunehmenderweise geschlechtlich noch nicht sonderlich aktiv waren. Es handelte sich jedoch nicht um Tiergruppen aus Ebermast.

Weitere Einflüsse auf die Höhe des Androstenongehaltes sind jedoch auch Rasse, Gewicht, Fütterung, Haltungsänderung oder Streß. Da außer der Schlachtgewichtsangabe ein Vorbericht über die hier untersuchten Tiere nicht zu erheben war, konnten die Ergebnisse hinsichtlich der oben genannten Faktoren nicht weiter interpretiert werden.

5.2.2. Beziehungen zwischen dem Androstenongehalt und dem Schlachtgewicht

Die Zusammensetzung des Probenkollektives war durch die etwas unterschiedliche Probenzahl in den einzelnen Gewichtsklassen vom Versuchsansatz her nicht optimal. Es mußten jedoch alle erhältlichen Proben herangezogen werden wegen der Schwierigkeit der Materialbeschaffung.

Bei dem vorliegenden Tierkollektiv konnte mit der Zuordnung der Einzelandrostenonwerte zu den Einzelschlachtgewichten statistisch kein Zusammenhang festgestellt werden ($\alpha = 0,05$; χ^2 -Test). Auch die Gegenüberstellung von Androstenon- und Schlachtgewichtsbereichen konnte einen Zusammenhang dieser beiden Merkmale nicht verdeutlichen. Es war nur eine ganz geringe Tendenz dahingehend aufzuzeigen, daß bei hohen Schlachtgewichten mit hohen Androstenongehalten zu rechnen ist. Dieser Eindruck wurde vor allem durch 4 Eber des niedrigsten Schlachtgewichtsbereiches gestört, deren Androstenongehalt über 3,0 µg/g Fett lag.

WACHELAU und REUTER (1978) konnten bei 156 Jungmastebnern der Deutschen Landrasse in einem Lebendgewichtsbereich von 80 bis 140 kg bzw. 44,5 bis 117,5 Schlachtgewicht ebenfalls lediglich eine tendenzielle Beziehung zum Lebend- bzw. zum Schlachtgewicht der Tiere feststellen. Vereinzelt konnten auch sie in allen Gewichtsstufen recht hohe Androstenongehalte von über 1,0 bis 2,5 µg/g Fett verzeichnen.

MALMFORS et al. (1978b) konnte bei Yorkshirreebern und Ebern der Schwedischen Landrasse im Lebendgewichtsbereich von 70 kg und 90 kg keinen signifikanten Unterschied in der Höhe der Androstenongehalte finden. Von 100 kg bis 110 kg und besonders bei 130 kg war ein deutlicher Anstieg der Androstenonwerte zu verzeichnen.

Für einen Schlachtgewichtsbereich von 71 kg bis 105 kg konnten FØRLAND et al. (1980) einen solchen Zusammenhang nicht bestätigen. Zum gleichen Ergebnis kamen auch BONNEAU und DESMOULIN (1979) bei 77 Camborough-Ebern mit einem mittleren Lebendgewicht von 100 kg.

Sowohl die in der Literatur beschriebene als auch die der eigenen Untersuchung festgestellte fehlende Beziehung zwischen Lebend- bzw. Schlachtgewicht und dem Androstenon-gehalt scheint auf den ersten Blick im Widerspruch zu stehen zu dem von CLAUS (1975) mitgeteilten Ergebnis, daß der Geruchsstoffgehalt zunächst mit zunehmendem Alter der Eber ansteigt. ANDRESEN (1976) konnte jedoch zeigen, daß die Grenze, von der ab ein rapider Anstieg des Androstenongehaltes im Fett festzustellen war, zwischen einem Alter von 100 und 180 Tagen für Tiere derselben Rasse sowie gleicher Aufzuchtbedingungen schwanken kann. Dieses wäre eine Erklärung, weshalb in den betrachteten Schlachtgewichtsbereichen, die erfahrungsgemäß in die erwähnten Altersstufen fallen, so unterschiedlich hohe Androstenongehalte ohne Korrelation mit dem Schlachtgewicht der Tiere vorkommen.

Andere Erklärungen können ein Zurückbleiben im Wachstum durch Krankheit und, damit verbunden, eine spätere Schlachtreife sowie ein häufiges Umstellen während der Mast (WACHELAU und REUTER, 1978) sein.

Neben dem unterschiedlichen Eintritt in die Geschlechtsreife je nach Rasse (BONNEAU et al., 1979) kommen auch Unterschiede in der Produktionskapazität des Hodens für 16- Δ -Steroide in Frage (MALMFORS und ANDRESEN, 1975). Darüber hinaus spielen auch die unterschiedliche Verfettung der Tierkörper (Verteilung des Geruchsstoffes auf eine mehr oder weniger große Fettmenge) sowie verschiedenartige Fettzusammensetzung eine Rolle. Letzteres kann zu einer veränderten Fähigkeit, das Steroid zu speichern, führen (MALMFORS und ANDRESEN, 1975). Ebenso können Streß und sexuelle Stimulierung die Androstenonkonzentration erhöhen (ANDRESEN, 1976; Claus und ALSING, 1976a).

Leider konnte bei dem vorliegenden Tiermaterial, im wesentlichen abgekörte Jungeber, keiner dieser oben genannten Einflußfaktoren, außer dem Schlachtgewicht, im Vorbericht erhoben werden.

5.2.3. Riechpapiertest als Eignungskontrolle für die Geschlechtsgeruchserkennung an Eberfett

Die Brauchbarkeit eines solchen Testverfahrens für die Anwendung in der Praxis hängt unter anderem von seiner einfachen Anwendbarkeit ab. Grundlage für diesen einfachen Riechpapiertest war die von WACHELAU (1980) mitgeteilte Methode, die nach statistischen Erfordernissen erstellt und deshalb auf eine große Zahl von Ausprägungen angewiesen ist. Zur Beurteilung der aktuellen sensorischen Leistungsfähigkeit eines Prüfers ließ er hierfür 9 Riechpapiere (davon 3 Leerproben) in 3 Durchgängen beurteilen.

Die Reduzierung auf die höchsten Intensitätsstufen sowie eine Leerprobe, wie im vorliegenden Fall durchgeführt, sollte eine rasche und einfache Prüfertestung ermöglichen. Auf die Möglichkeit einer statistischen Auswertung mußte dabei verzichtet werden. Die Erwärmung der Petrischalen auf 30°C als Neuerung hierbei sollte die Flüchtigkeit des Geruchsstoffes und damit seine Wahrnehmbarkeit verbessern. Die im Anschluß an jede Prüfertestung stattfindende Beurteilung von Fettproben ließ Rückschlüsse auf die Eignung des Riechtests zu.

Aus den im Ergebnisteil dargestellten Daten ist zu entnehmen, daß die Prüfer 1 bis 3 den Eignungstest an allen Prüfungstagen, bis auf 2 Fälle, auf Anhieb richtig bewältigten. Eine rein zufällig richtige Anordnung der Riechpapiere dürfte auf Grund dieser konstanten Leistungen ausgeschlossen sein, zumal eine der beiden unkorrekten Kombinationen durch eine leichte Erkältung des Prüfers sich erklären ließ. Derart konstant gute Leistungen verzeichnete auch WACHELAU (1980) bei seinen Probanden.

Bis auf die Prüfer 7 und 8 konnten alle anderen die Leerprobe von den mit Geruchsstoff getränkten Riechpapieren unterscheiden, wobei die beiden höchsten Konzentrationsstufen zumeist richtig identifiziert wurden.

Wenn Fehler gemacht wurden, handelte es sich bei diesen Prüfern meist um Vertauschungen der schwächsten Konzentrationsstufe mit der Leerprobe. Offensichtlich lag bei diesen Personen die Wahrnehmungsgrenze, und somit auch die Fähigkeit zu differenzieren, in einem höheren Konzentrationsbereich. Dieses steht im Einklang mit Erfahrungen an Eberfettproben, bei denen verschiedentlich Personen den Geruch bei gleicher Konzentration im Fett intensitätsmäßig anders beurteilten bzw. ihn erst bei ihrer individuellen Wahrnehmungsschwelle mitteilten (GRIFFITH und PATTERSON, 1970; CLAUS, 1976, 1978; MALMFORS et al., 1978b; OTTO und BEHM, 1981).

Bei den Prüfern 4, 5, und 7 lagen mehrfach gleiche Bewertungen für unterschiedliche Konzentrationsstufen vor, wobei auch Anhaltspunkte vorlagen, daß von diesen Personen die hohen Androstenonstufen lediglich erkannt, jedoch nicht differenziert werden konnten.

Der Vergleich mit den Ergebnissen der jeweils direkt im Anschluß durchgeführten sensorischen Untersuchung der Eber- und Kastratenfettproben zeigte, daß eine Prüferbewertung auf der Basis dieses Riechpapiertests nicht ohne weiters möglich war. Zwar ließ sich am Beispiel des Prüfers 3 zeigen, daß ein gutes Testergebnis an den Riechpapieren auch ein gutes Geruchsvermögen an biologischen Proben bedeuten kann. Dieser Prüfer lag an 5 Prüfungstagen fünfmal über dem Durchschnitt aller Prüfer bezüglich der richtig erkannten Eberfettproben und nur einmal bei den falsch-positiv erkannten Kontrollproben.

An folgendem krassen Beispiel sei jedoch gezeigt, daß die Ergebnisse des Riechpapiertests und die der sensorischen Untersuchung divergieren können. Prüfer 2, im Riechpapiertest fehlerfrei über den gesamten Prüfzeitraum, lag jedoch bei den Ebererkennungen nur an 3 von 8 Prüfungstagen über dem Durchschnitt aller Prüfer. Im selben Zeitraum bewertete er aber auch an 4 Tagen mehr Kontrollfette falsch-positiv als der Durchschnitt. Dagegen lag der Prüfer 7, im Riechpapiertest nicht ein einziges mal vollständig richtig, an 5 von insgesamt 6 Prüfungstagen

bei den Ebern in der Erkennungsrate über dem Durchschnitt aller Prüfer, während er bei den falsch positiv bewerteten Kontrollfetten kein einziges Mal darüber lag.

Dieser Sachverhalt unterstützt die von MOERMAN und WALSTRA (1978) ausgesprochene Empfehlung, bei der Selektion der Prüfer nicht die empfindlichsten Personen auszuwählen, sondern diejenigen mit einer "normalen" Empfindlichkeit.

Sie machten nämlich die Erfahrung, daß sehr empfindliche Personen weniger reproduzierbare Ergebnisse erbrachten als weniger empfindliche Untersucher.

Darüberhinaus stellt sich die Frage, ob eine Prüfertestung zur Erkennung des komplex zusammengesetzten Geschlechtsgeruches unter Verwendung einer Einzelsubstanz sinnvoll ist. Die Aussage des Riechpapiertests ist doch nur die, daß der Proband das reine Androstenon wahrnehmen kann oder nicht. Über seine Fähigkeit, an den biologischen Proben diese Substanz wieder herauszufinden, ist damit noch nichts gesagt, weil der Geschlechtsgeruch des Ebers von mehreren Substanzen beeinflußt werden kann (s. Kap. 2.4.).

Aufgrund dieser nicht eindeutigen Sachlage erschien es sinnvoll, den Riechpapiertest nicht zum Ausschluß von Prüfern für den Test an nativen Proben zu benutzen. Auch war die Zahl der jeweils ermittelten Ausprägungen zu klein und damit die Wahrscheinlichkeit der zufälligen Anordnung der Riechpapiere relativ groß.

Der Riechpapiertest diene somit mehr als Einstimmung der Prüfer auf den eigentlichen sensorischen Test, wobei der normal sensible Prüfer sich über seine augenblickliche sensorische Kapazität orientieren konnte.

5.2.4. Sensorikergebnisse und ihre Beziehung zum Androstenongehalt

Anhand der in der Literatur häufig mitgeteilten Korrelationskoeffizienten (Tab. 4) kann angenommen werden, daß zwischen dem Androstenongehalt und den Ergebnissen der sensorischen Beurteilung des Fettgewebes ein Zusammenhang besteht.

Die eigenen Untersuchungen in dieser Richtung erfolgten zunächst durch Gegenüberstellung der Einzelandrostenongehalte zu den zugehörigen Prüferurteilen.

Um jedoch jedem Androstenonwert einen Sensorikwert gegenüberstellen zu können, wurden die einzelnen Prüferurteile, deren Zahl je nach Anzahl der teilnehmenden Prüfer zwischen 4 und 8 schwankte, zu einem gewichteten Mittelwert zusammengefaßt (Sensorikmaßzahl). Hierbei wurde vorausgesetzt, daß die Intensitätsstufen zwischen den Bewertungen "negativ" bis "stark positiv" jeweils gleiche Abstände aufwiesen. Auf dieser Festlegung basierte auch die Aussage, daß die hieraus errechneten Mittelwerte im Bereich $0 \leq 2,5$ gleichbedeutend waren mit der Geruchsbeurteilung "ohne" Ebergeruch. Entsprechend galt für die Werte $>2,5 \leq 5,0$ die Festlegung "mit" Ebergeruch.

Aufgrund der so gewonnenen Daten konnte anhand des Ergebnisses des Vierfelder- χ^2 -Tests die Hypothese, daß der Androstenongehalt in einer Beziehung zum Sensorikwert steht, nicht abgelehnt werden ($\alpha = 0,05$). Somit kann diese von anderen Autoren mitgeteilte Abhängigkeit bestätigt werden.

Auf die Berechnung einer Regressionsgeraden bzw. eines Regressionskoeffizienten wurde bewußt verzichtet, da schon anhand der grafischen Darstellung der Einzeldaten ersichtlich wurde, daß dieses nicht sinnvoll gewesen wäre. Insbesondere für die niedrigen Geruchstoffgehalte (etwa $<1,0 \mu\text{g/g}$ Fett) wäre anhand einer Regressionsgeraden die zu erwartende sensorische Bewertung nicht voraussagbar. In diesem Bereich variierten nämlich die sensorischen Beurteilungen für gleich große Androstenonwerte ziemlich stark.

Erst bei den höheren Androstenongehalten (etwa $>1,0 \mu\text{g/g}$) kann zumindest anhand der ermittelten Daten vorausgesagt werden, daß die Sensorikwerte immer in den Bereich "mit" Ebergeruch fallen werden. Alle 8 Androstenonwerte über $3,0 \mu\text{g/g}$ Fett hatten mindestens die Sensorikmaßzahl von 3,0.

Die Frage, von welchem Androstenongehalt an der Ebergeruch wahrgenommen werden kann (Wahrnehmungsschwelle), stellte sich auch bei dieser Untersuchung. Anhand der in Abb. 10 dargestellten Einzeldaten wurde versucht, hierfür gewisse Anhaltspunkte zu finden.

Bei Geruchstoffgehalten $\leq 0,2 \mu\text{g/g}$ Fett fiel keine der untersuchten Proben in die Kategorie "mit" Ebergeruch. Diese Feststellung bedarf aufgrund der geringen Probenzahl in dem betrachteten Bereich und der angewandten Verfahren zur Gewinnung der Daten einer vorsichtigen Wertung.

Während im Bereich $>0,2 \leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett die Sensorikwerte ziemlich unterschiedlich ausfielen, wurden die Proben über $0,5 \mu\text{g/g}$ Fett, von 2 Werten abgesehen, eindeutiger der Kategorie "mit" Ebergeruch zugeordnet.

Die in der Literatur mitgeteilten Schwellenwerte für die Wahrnehmbarkeitsgrenze liegen unterschiedlich hoch. Nach CLAUS (1978) können Geruchstoffgehalte bis $0,3 \mu\text{g/g}$ Fett überhaupt noch nicht wahrgenommen werden. MALMFORS et al. (1978b) fanden in diesem Bereich zwar keine stark riechende Probe, stellten jedoch vereinzelte Ablehnungen durch Verbraucher fest. Deutlich zunehmenden Ebergeruch fanden sie ab einem Androstenongehalt von $0,9 \mu\text{g/g}$ Fett, worin sie von CLAUS (1978) bestätigt werden. Er hält die regelmäßige Wahrnehmung ab einem Androstenongehalt von $1,0 \mu\text{g/g}$ Fett für wahrscheinlich. Nach OTTO und BEHM (1981) dürfte unter $0,09 \mu\text{g/g}$ Fett kein, über $0,43 \mu\text{g/g}$ Fett mit größter Wahrscheinlichkeit Ebergeruch zu erwarten sein.

Bei einer Einteilung der Androstenonskala in Bereiche, deren Grenzen die vermuteten Schwellenwerte $0,5 \mu\text{g/g}$ und $1,0 \mu\text{g/g}$ Fett bilden, sowie der Zuordnung der relativen Häufigkeiten

der Prüferurteile konnte ein detaillierteres Bild über die jeweiligen Geruchsbeurteilungen gewonnen werden. Die Zunahme der identifizierten Eberproben bei steigendem Androstenon-gehalt war deutlich erkennbar. Die Tatsache, daß im Androstenonbereich bis $0,5 \mu\text{g/g}$ Fett ein hoher Prozentsatz von 58 % der Proben in die Kategorie "mit" Ebergeruch fiel, dürfte nicht nur mit der Sensorikerfahrung einzelner Prüfer zu erklären sein. Auch Verbraucher ohne diesbezügliche Erfahrung konnten bei einem Test einen Eber mit einem Androstenongehalt im $0,09 \mu\text{g/g}$ Fett zu 64 % (Frauen) bzw. 42 % (Männer) identifizieren (WACHELAU und REUTER, 1978). Hingegen wurden von 117 Jungmastebnern im gleichen Androstenonbereich ($\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett) von einem zweiköpfigen Prüferteam im Rahmen der amtlichen Fleischschau lediglich 9,4 % der Tiere als minderwertig eingestuft (WACHELAU und REUTER, 1978).

Diese Beispiele zeigen, daß es ungeheuer schwierig ist, allgemeingültige Schwellenkonzentrationen festzulegen. Dieses scheint insbesondere für die Wahrnehmungsschwelle zuzutreffen.

Bei den höheren Androstenonwerten ist eine Vorhersage der Prüferreaktionen eher möglich. Von $0,2$ bis $0,5 \mu\text{g/g}$ Fett (unterer Stufenwert) könnte ein Bereich sein, in dem der Ebergeruch unter Umständen noch so schwach ausgeprägt ist, daß er durch verschiedene Einflüsse, sowohl seitens der Proben als auch der Prüfer, intensitätsmäßig sehr unterschiedlich wahrgenommen wird. Um die individuellen Empfindlichkeiten hinsichtlich der Geruchserkennung, so gut es geht, auszuschalten, sollte die Geruchsbeurteilung immer durch mehrere Prüfer erfolgen. WALSTRA und MATEMAN (1982) empfahlen daher zur definitiven Geruchsbeurteilung in der Schlachtlinie die Heranziehung von mindestens 2 Prüfern.

Für die Geruchstoffgehalte von $0,5$ bis $1,0 \mu\text{g/g}$ Fett (mittlerer Stufenwert) läßt sich anhand der gewonnenen Daten, bis auf 2 Ausnahmen, eine relativ sichere Vorhersage der Prüferreaktion bezüglich der Einstufung "mit" Ebergeruch treffen.

Erst ab dem oberen Stufenwert ($>2,0 \mu\text{g/g}$ Fett) sind die sensorisch wahrgenommenen Geruchsabweichungen so eindeutig stark, daß mit ziemlicher Sicherheit mit einer Untauglichkeitserklärung der Tierkörper gerechnet werden dürfte.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch andere Autoren, wenn auch die Art der sensorischen und analytischen Methoden zur Ermittlung des Ebergeruches nicht in allen Punkten identisch mit der hier durchgeführten Weise war (MALMFORS und ANDRESEN, 1975; THOMPSON und PEARSON, 1977; MALMFORS et al., 1978b; OTTO und BEHM, 1979 und 1980; HANSSON et al., 1980).

Als Ursache für unterschiedliche sensorische Bewertungen sowie auch für die oft mangelhafte Übereinstimmung mit dem Androstenongehalt kommt eine Vielzahl von Möglichkeiten in Betracht. Neben den erwähnten individuellen Empfindlichkeiten von Personen für das Androstenon kommen auch die in Kap. 1.4. beschriebenen Einflüßmöglichkeiten durch andere im Fett enthaltene Substanzen in Frage.

Auch die Art des sensorischen Testverfahrens spielt eine Rolle (BONNEAU et al., 1979). Das in den vorliegenden Untersuchungen angewandte sensorische Verfahren, welches in Anlehnung an das von WACHELAU und REUTER (1978) durchgeführt wurde, scheint den Erfordernissen einer Serienprüfung, wenn sie im Rahmen einer fleischbeschaulichen Begutachtung durchgeführt werden muß, durchaus gerecht zu werden. Dabei muß hervorgehoben werden, daß es sich um eine Begutachtung im Labor handelte, bei der störende Einflüsse, wie sie bei einer Prüfung am Schlachtband auftreten, weitgehend ausgeschlossen waren.

Wichtig erscheint die Hinzuziehung von Prüfern, die sensorisch trainiert sind, und weiterhin die tägliche Einstimmung mit einem Riechpapiertest, auch wenn dieser nicht immer eine volle Übereinstimmung mit den Bewertungen an nativen Proben ergibt. Der Riechpapiertest vermag dem Prüfer einen Eindruck über seine augenblickliche Kapazität zu geben, die durchaus von Tag zu Tag variieren kann. Daß der Riechpapiertest etwas ausgiebiger konzipiert werden sollte, als es bei der vorliegenden Untersuchung praktiziert wurde, ergibt sich aus einem Vergleich mit den Untersuchungen von WACHELAU (1980).

5.2.5. Sensorikergebnisse und ihre Beziehung zum Schlachtgewicht

Das vorliegende Tiermaterial wurde auch hinsichtlich der Frage geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem Schlachtgewicht und der sensorischen Beurteilung durch ein Prüfer-team festzustellen war.

Wie der Vergleich der Einzelschlachtgewichte mit den zugehörigen Sensorikmaßzahlen zeigte, konnte das Bestehen einer solchen Beziehung nicht bestätigt werden ($\alpha = 0,05$; χ^2 -Test).

Auch die Betrachtung der den abgestuften Schlachtgewichtsbereichen zugeordneten relativen Häufigkeiten der Prüferurteile konnte einen Zusammenhang nicht ersehen lassen.

Somit können die von WACHELAU und REUTER (1978) bei 153 Jungmastebbern der Deutschen Landrasse in sensorischen Untersuchungen erzielten Ergebnisse nicht bestätigt werden. Sie fanden im niedrigen Gewichtsbereich von 50 bis 80 kg auch eine gleichbleibende sensorische Erkennungsrate. Jedoch von 80 bis 90 kg und darüber hinaus erhöhte sich diese signifikant. Als Erklärung kann angeführt werden, daß es sich bei dieser Versuchsgruppe um kollektiv aufgezogene Jungmasteber handelte, bei denen ein erhöhtes Schlachtgewicht in der Regel auch eine fortgeschrittene Entwicklung der Geschlechtsreife bedeutete. Bei dem hier vorgestellten Eberstapel handelte es sich jedoch nur um gesammelte Einzeltiere unterschiedlicher Herkunft und anzunehmenderweise unterschiedlicher geschlechtlicher Aktivierung.

Ähnliche Feststellungen wurden auch von anderen Autoren gemacht, wenngleich sich ihre Angaben zumeist auf Lebendgewichte beziehen und somit nur bedingt zu vergleichen sind.

ELSLEY (1968) fand eine "signifikante" Abnahme der geruchsfreien Tiere mit steigenden Lebendgewichten von 50 bis 118 kg. MALMFORS et al. (1978b) konnten diesen Zusammenhang für Yorkshireber und Eber der Schwedischen Landrasse nur von 100 bis 130 kg sichern. Zwischen 70 und 90 kg Lebendgewicht war dieses

jedoch nicht erkennbar. Als Beginn für ein Ansteigen der Geruchsintensität geben MALMFORS und HANSSON (1976) Lebendgewichte über 110 kg an, wobei sich die Grenze bei frühreifen Rassen, wie Piétrain oder Eber der Belgischen Landrasse, nach unten verschieben kann (BONNEAU et al., 1979).

Eine genauere Betrachtung der Schlachtgewichtsgrenze von 85 kg war auch im Hinblick auf die sensorische Beurteilung von besonderem Interesse. Bekanntlich werden Schlachtgewichte von mehr als 85 kg bei Ebern, sofern nicht eine hochgradige Geruchsveränderung vorliegt, als Kriterium für eine nicht aufhebbare Minderwertigkeitserklärung dieser Tierkörper herangezogen.

Die in dieser Untersuchung erzielten Ergebnisse zeigen, daß mit der pauschalen Maßregelung durch die 85-kg-Grenze der Anteil geruchsveränderter Eber unterhalb von 85 kg Schlachtgewicht, prozentual gesehen, sogar geringfügig größer war als oberhalb dieser Grenze. Innerhalb der 85-kg-Grenze waren sogar 4 Eber mit Androstenongehalten von mehr als 3,0 µg/g Fett anzutreffen.

WALSTRA (1974) fand an einem Kollektiv von 2200 Jungmastebnern keinen Unterschied in der Häufigkeit von Geruchsabweichungen bei Ebern unter und über 80 kg Schlachtgewicht. Das durchschnittliche Lebendgewicht der Tiere wurde mit ca. 100 kg angegeben. Die bei diesen Tieren gefundenen Geruchsbeanstandungen in der Größe von 7 % waren äußerst niedrig, verglichen mit denen des vorliegend geprüften Tierkollektives. Hier fielen rund 80 % der untersuchten Tiere in die Bewertungsstufe "mit" Ebergeruch. In dieser Stufe wurden jedoch die Geruchsintensitäten von "schwach bis stark positiv" zusammengefaßt, so daß dieser hohe Prozentsatz nicht gleichbedeutend ist mit einer Geruchsbeanstandung im Sinne einer Untauglichkeitserklärung.

Der Grund für so einen hohen Prozentsatz mag an dem untersuchten Tierkollektiv zu suchen sein. Es handelte sich im ersten Fall um Jungmasteber, im zweiten Fall um einzelne Eber, anzunehmenderweise um abgekörte Jungeber.

Relativ niedrig war auch die amtliche Beanstandungsrate, resultierend aus einem gründlichen sensorischen Einzelproben test durch ein zweiköpfiges Prüferteam, für 109 Jungmasteber im Schlachtgewichtsbereich von 70 bis 100 kg. Sie lag in diesem Gewichtsbereich nicht höher als 15,6 %. Bei 12 Tierkörpern über 100 bis 115 kg Schlachtgewicht stieg sie jedoch auf 58,3 % an (WACHELAU und REUTER, 1978).

5.2.6. Stellungnahme zur 85 kg-Schlachtgewichtsgrenze

Nimmt man anstelle der gesetzlich festgelegten Gewichtsgrenze von 85 kg eine solche von 95 kg an, so würde sich bei dem untersuchten Tierstapel sogar der prozentuale Anteil an geruchsbehafteten Ebern geringfügig von 83,5 auf 76,0 % verringern. Gleichzeitig würde sich die Zahl der für die Brauchbarmachung freizugebenden Tierkörper rund um das Doppelte erhöhen. Es wäre deshalb bei dem untersuchten Tierkollektiv aus sensorischen Gesichtspunkten nicht zu rechtfertigen, daß Tiere unterhalb einer 95 kg-Schlachtgewichtsgrenze nicht ebenfalls durch das Pökelfverfahren genießbar gemacht werden könnten.

Jedoch nicht nur die sensorischen Bewertungen, sondern auch die festgestellten Androstenongehalte sprechen durchaus für eine Verschiebung des Grenzwertes von 85 auf 95 kg. Von den hierdurch zusätzlich erfaßten 27 Ebern liegen 48,1 % im niedrigen Androstenonbereich $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett. Weitere 18,5 % entfallen auf den sensorisch ebenfalls noch nicht sehr ins Gewicht fallenden Androstenonbereich zwischen 0,5 und $1,0 \mu\text{g/g}$ Fett.

Inwieweit das untersuchte Tiermaterial repräsentativ für andere anfallende Kollektive sein kann, läßt sich bisher jedoch nur anhand von Literaturangaben abschätzen. Zwar wurden nicht speziell abgekörte Jungeber untersucht, doch ist aufgrund allgemeiner Angaben (MOERMAN und WALSTRA, 1978; BONNEAU et al., 1980)

damit zu rechnen, daß eine 95 kg-Grenze für eine Pökelerlaubnis im Vergleich zur bisherigen 85 kg-Grenze keine Verschlechterung der Genußtauglichkeit des so behandelten Eberfleisches bringen würde.

Ein Teil der sonst im Rahmen der Tierzucht bei der Selektion anfallenden abgekörten Jungebeurteilung könnte also auf diese Weise, ohne Nachteile für den Verbraucher, zum Nutzen der Erzeuger eine sinnvolle wirtschaftliche Verwendung finden.

6. Schlußfolgerungen

Die gaschromatographische Bestimmung des Androstenongehaltes in Fettgewebe ist mit der angewendeten Methode, modifiziert nach KAUFMANN et al. (1976), möglich. Der hierbei erforderliche Material-, Arbeits- und Zeitaufwand ist jedoch erheblich. Eine routinemäßige Anwendung dieses Verfahrens kommt deshalb nicht in Betracht. Es bestehen inzwischen technisch leistungsfähigere Methoden, die jedoch an besondere Voraussetzungen gebunden sind (Umgang mit radioaktivem Material, spezielle Immunseren, Geräteausstattung).

Der höchste Prozentsatz der gemessenen Androstenonwerte im Fett der untersuchten Eber, resultierend aus einem Schlachtgewichtsbereich von 69 bis 117 kg, liegt mit 39,0 % im Androstenonbereich bis $0,5 \mu\text{g/g}$ Fett. Niedrigere prozentuale Besetzungen sind im Androstenonbereich von $0,5 \leq 1,0 \mu\text{g/g}$ mit 15,5 %, im Bereich $1,0 \leq 2,0 \mu\text{g/g}$ mit 26,0 % sowie mit 19,5 % im Bereich $>2,0 \mu\text{g/g}$ Fett zu verzeichnen.

Bis 85 kg Schlachtgewicht liegen 47,8 % der untersuchten Eber im Androstenonbereich $\leq 0,5 \mu\text{g/g}$ Fett sowie 8,7 % im Bereich $0,5 \leq 1,0 \mu\text{g/g}$. In der Gewichtsklasse von 85 bis 95 kg liegen in den entsprechenden Androstenonbereichen 48,1 und 18,5 % der Tiere. In diesen beiden Gewichtsbereichen kommen annähernd gleiche Streuungen der Einzelwerte von 0,0 bis 2,0 bzw. 2,5 $\mu\text{g/g}$ Fett vor.

Die sensorische Beurteilung der Ebergeruchstärke steht bei dem untersuchten Tiermaterial in statistisch feststellbarer Abhängigkeit vom Androstenongehalt des Fettes ($\alpha = 0,05$; χ^2 -Test). Die sensorische Prüfung, durchgeführt von einem eingearbeiteten Prüfer-team, kann also selbst bei einer vergleichenden Einzelprobenbewertung unter Praxisbedingungen zu brauchbaren Ergebnissen führen.

Als Wahrnehmungsschwelle, unterhalb derer in der Regel keine sensorische Beanstandung zu erwarten ist, ließe sich auf Grund dieser Erhebung ein Androstenongehalt von 0,2 µg/g Fett festlegen. Ein unterer Stufenwert, um den herum unregelmäßig und nicht vorhersehbar der Geruch beanstandet wird, könnte bei einem Androstenongehalt von 0,5 µg/g Fett liegen. Androstenonkonzentrationen von 1,0 bzw. 2,0 µg/g Fett könnten die mittleren bzw. oberen Stufenwerte darstellen, oberhalb derer fast durchweg mit abstoßendem Geruch gerechnet werden muß.

Zwischen dem Androstenongehalt im Fett und dem Schlachtgewicht der untersuchten Eber kann keine statistisch sichere Beziehung festgestellt werden, ebenso nicht zwischen den Sensorikergebissen und dem Schlachtgewicht ($\alpha=0,05$; χ^2 -Test).

Bei den geprüften Ebern unterhalb der amtlichen Schlachtgewichtsgrenze von 85 kg bleiben die prozentualen sensorisch feststellbaren Geruchsabweichungen in der gleichen Größenordnung wie bei einer theoretischen Erhöhung dieser Gewichtsgrenze auf 95 kg Schlachtgewicht (83,5 % bzw. 76,0 %). Die Zahl der durch diese Verschiebung hinzukommenden Tiere, die nun ebenfalls für eine Tauglichmachung durch Pökeln in Frage kämen, verdoppelt sich hierdurch.

Eine definitive Minderwertigkeitserklärung aller Eberschlachtkörper oberhalb 85 kg Schlachtgewicht, ohne die Möglichkeit einer Behandlung, erscheint nicht gerechtfertigt. Vielmehr ist die Anhebung dieser Gewichtsgrenze auf 95 kg zu erwägen.

Riechpapiere, die nur mit der für den Geschlechtsgeruch hauptsächlich verantwortlichen Substanz 5 α -Androst-16-en-3-on getränkt sind, lassen bei der Prüferkontrolle in der durchgeführten Form nur bedingt gültige Voraussagen über die Fähigkeit zur Erkennung von Geruchsveränderungen an Eberfettproben zu.

7. Zusammenfassung

Bei geschlechtsreifen männlichen Schweinen tritt im Fettgewebe der mehr oder weniger intensive Ebergeruch auf, der beim Verbraucher zu Beanstandungen führen kann. Das Fleischbeschaurecht verlangt deswegen unter anderem für noch nicht zur Zucht benutzte Eber eine generelle Minderwertigkeitserklärung. Bis zum Schlachtgewicht von 85 kg sieht der Gesetzgeber jedoch die Tauglichmachung der Tierkörper durch Pökeln vor.

Inwieweit Beziehungen zwischen dem Auftreten von Ebergeruch bzw. dem Androstenongehalt und dem Schlachtgewicht bestehen, sollte an Fettproben von insgesamt 77 Ebern verschiedener Schlachtgewichte (96 bis 117 kg) mit annähernd gleicher Verteilung über 5 kg-Schlachtgewichtskategorien von <85 bis >110 kg untersucht werden. Hierzu wurden die Androstenongehalte der Fettproben gaschromatographisch bestimmt sowie vergleichende sensorische Untersuchungen durchgeführt. Rasse, Alter, Herkunft und Haltungsbedingungen der Eber konnten leider nicht berücksichtigt werden. Es handelte sich jedoch im wesentlichen um abgekörte Jungeber.

An den sensorischen Untersuchungen war ein Team von 5 männlichen und 3 weiblichen Prüfern in teilweise wechselnder Zahl und Besetzung beteiligt. Vor jedem Test erfolgte eine Einstimmung und Kontrolle der Prüfer anhand spezieller Riechpapiere in Anlehnung an die Methode von WACHELAU (1980). Neben einer Neutralprobe waren 3 Riechpapiere mit abgestuften Mengen des Ebergeruchsteroides 5 α -Androst-16-en-3-on beschickt worden.

Die Beurteilungen der Geruchsveränderungen der Fettproben erfolgten anhand einer 5-Stufenskala mit den Bewertungsmöglichkeiten negativ, zweifelhaft, schwach positiv, positiv und stark positiv. Die Prüfung des Fettes erfolgte in Form der Ausschmelzprobe als Einzelprobentest, wobei je 10 g Fett pro Tierkörper zum Einsatz kamen. In jeweils gleicher Anzahl wurden Neutralproben mitgeführt; zusätzlich war eine Neutralprobe deklariert.

Die Bewertung der sensorischen Befunde an Einzelproben erfolgte durch eine gewichtete Mittelwertbildung der für jede Probe ermittelten Prüferurteile (Sensorikmaßzahl). Diese Mittelwerte wurde mit den Androstenongehalten und den entsprechenden Schlachtgewichten verglichen.

Zur Ermittlung des quantitativen Geruchstoffgehaltes wurde das gaschromatographische Verfahren von KAUFMANN et al.(1976) so modifiziert, daß auf die Verwendung von radioaktiv markiertem Androstenon verzichtet werden konnte. Auf diese Weise konnten die arbeiterschwererenden Auflagen der Strahlenschutzverordnung umgangen werden.

Von jeder Fettprobe wurden zwei gleich große Mengen (je 10 g) in gleicher Weise aufgearbeitet, wobei einer der beiden Proben als Bezugsgröße 10 µg Androstenon zugemischt wurden. Das Verfahren konnte zum Nachweis von Androstenongehalten bis zu 3 µg/g Fett benutzt werden. Der anhand eines Modellversuches ermittelte Regressionskoeffizient betrug $r = 0,98$, die Standardabweichung um die Regressionsgerade belief sich auf 0,18 µg/g Fett. An 8 Eberfettproben durchgeführte Doppelbestimmungen ergaben Meßwerte von 0,17 bis 1,30 µg/g Fett sowie eine Standardabweichung in diesem Bereich von 0,09 µg/g.

Für Eberfettproben mit Androstenongehalten über 3,0 µg/g Fett konnte kein genauer, sondern nur ein pauschaler Wert angegeben werden ($>3,0$ µg/g).

Der Material-, Arbeits- und Zeitaufwand waren hoch. Von einer Person konnten nur 4 Proben in einer Woche bewältigt werden. Für eine Routineanwendung scheint dieses Verfahren nicht geeignet. Rationellere Verfahren waren jedoch aus labor-technischen Gründen nicht anwendbar.

Der höchste Prozentsatz der gemessenen Androstenonwerte im Fettgewebe lag mit 39 % im Androstenonbereich von $\leq 0,5$ µg/g Fett. Niedrigere prozentuale Besetzungen waren im Androstenonbereich $>0,5 \leq 1,0$ µg/g mit 15,5 %, im Bereich von $>1,0 \leq 2,0$ µg/g mit 26 % sowie mit 19,5 % im Bereich $>2,0$ µg/g Fett zu verzeichnen.

Bis 85 kg Schlachtgewicht lagen Androstenonwerte bis 0,5 µg/g bei 47,8 %, von 0,5 bis 1,0 µg/g bei 8,7 % der Tiere vor. In der Gewichtsklasse von 85 bis 95 kg lagen die entsprechenden Werte bei 48,1 % und 18,5 %. Es kamen in beiden Gewichtsbereichen annähernd gleiche Streuungen der Einzelwerte von 0,0 bis 2,0 bzw. 2,5 µg/g Fett vor. In der Gruppe bis 85 kg kamen sogar 4 Proben mit >3,0 µg/g Fett vor.

Die angewandte Technik der sensorischen Prüfung an nativen Fettproben erwies sich als gut durchführbar und brachte vergleichbare Daten zu den Androstenongehalten.

Die Prüferkontrolle anhand des Riechpapiertests ergab in der Form, wie er durchgeführt wurde, nicht immer eine gültige Voraussage über die Fähigkeit zur Erkennung von Geruchsabweichungen an nativen Fettproben. Diese Proben beinhalten, im Gegensatz zu den Riechpapieren, sämtliche Komponenten des Geschlechtsgeruches.

Ein Zusammenhang der Androstenongehalte mit den sensorischen Beurteilungen der Ebergeruchstärke konnte anhand des Vierfelder- χ^2 -Tests statistisch nachgewiesen werden ($\alpha = 0,05$).

Unter Zugrundelegung der für jede Probe ermittelten Sensorikmaßzahl wurde die Wahrnehmungsschwelle, unterhalb derer in der Regel keine sensorische Beanstandung zu erwarten ist, bei einem Androstenongehalt von 0,2 µg/g Fett ermittelt. Ein Androstenongehalt von 0,5 µg/g Fett erwies sich als ein unterer Stufenwert für eine unregelmäßige und in ihrer Intensität nicht vorhersehbare Geruchsabweichung. Die Androstenonkonzentrationen von 1,0 bzw. 2,0 µg/g Fett können als weitere Stufenwerte angesehen werden, oberhalb derer immer regelmäßiger und intensiver Geruchsabweichungen registriert werden.

Zwischen den Schlachtgewichten und den Sensorikergebnissen sowie den Androstenonwerten konnten statistisch keine Beziehungen festgestellt werden ($\alpha = 0,05$; χ^2 -Test).

Hinsichtlich der vom Gesetzgeber vorgegebenen Schlachtgewichtsgrenze von 85 kg ergab sich, daß sowohl unter- als auch oberhalb dieser Grenze bis zu 95 kg Geruchsabweichungen fast

mit gleicher Häufigkeit festgestellt wurden (83,4 bzw. 76,0 %). Es zeigte sich, daß die durch eine fiktive Erhöhung der Schlachtgewichtsgrenze auf 95 kg hinzugekommenen Tiere zum größten Teil (66,6 %) nur niedrige Androstenonwerte ($\leq 1,0$ µg/g Fett) aufwiesen. Die Zahl der nun für eine Tauglichmachung durch Pökeln in Frage kommenden Eber hatte sich durch die Verschiebung der Gewichtsgrenze von 24 auf 50 Tierkörper erhöht.

Eine definitive Reglementierung aller Eberschlacht tierkörper von nicht zur Zucht benutzten Eber über 85 kg Schlachtgewicht, ohne die Möglichkeit der Brauchbarmachung durch Pökeln, erscheint nicht gerechtfertigt. Die Anhebung dieser Schlachtgewichtsgrenze auf möglicherweise 95 kg sollte daher erwogen werden.

8. Summary

Generally, mature boars have a more or less intensive boar taint, which sometimes may cause objections by sensible consumers. The official instructions for meat inspection prescribe that all carcasses of boars not yet used for insemination service have to be classified "less valuable", if they exceed the slaughter weight of 85 kg. Below this weight limit, meat only becomes "suitable for consumption" after curing.

Following investigations were made on a total of 77 backfat samples of boars with different slaughter weights (69 to 117 kg) to examine the relationship between boar taint, androstenone content in fat and slaughter weight. Race, age, origin and life circumstances of the boars were not regarded. Essentially, the samples were taken from non-selected young breeding boars.

Sensorial evaluations have been done by a team of 5 male and 3 female panel members, particularly in changing number and combination. Previous to each evaluation the panelists were conditioned and controlled by smell-papers prepared similarly to the method described by WACHELAU (1980). Three papers were charged with graduate concentrations of the pure boar taint steroid 5 α -androst-16-en-3-one.

Determination of boar taint in fat samples was done by means of a five point scale consisting of the steps "negative", "doubtful", "slightly positive", "positive" and highly positive".

The tests were carried out by melting a backfat sample of about 10 g of each boar. The same number of fat samples of boars and castrates were mixed and presented at the same time to the panel. One additional sample of a castrate was declared.

Each sensorial evaluation of a fat sample was expressed by a number (sensorial-number) resulting of the average results of the panel scores. These averages were then compared with the androstenone levels and the slaughter weights.

Quantitative determination of androstenone content in fat was carried out by gas-liquid-chromatography published by KAUFMANN et al. (1976), but modified in that way, that no radioactive androstenone standard was needed. Two backfat samples of each boar with the same weight (10 g each) have been worked up under the same conditions. From the start, one of the two samples received additional 10 µg of androstenone. This should be the base for the later quantitation of androstenone content. The method was checked up to an androstenone level of 3,0 µg/g fat by means of an experimental model. The regression analysis gave a coefficient of correlation of $r = 0,98$ and a standard deviation of 0,18 µg/g fat. Reproducibility examined on 8 double determinations of boar fat samples showed a standard deviation of 0,09 µg/g within an androstenone range from 0,17 to 1,30 µg/g fat. Androstenone levels in boar fat samples exceeding 3,0 µg/g fat were expressed by a global number ($>3,0$ µg/g).

Unsatisfying was the relative high consumption of material, work and time. Only four determinations a week could be done by one trained person. As there exist more rational methods, the described method will not be useful for routine determinations.

The highest percentage of measured androstenone levels (39,0 %) was found below 0,5 µg/g fat. Lower percentages were found in the androstenone range $0,5 \leq 1,0$ µg/g (15,5 %), in the range $>1,0 \leq 2,0$ µg/g (26,0 %) and 19,5 % in the range $>2,0$ µg/g fat.

Up to 85 kg slaughter weight 47,8 % of the animals had androstenone levels up to 0,5 µg/g, 8,7 % had a level from 0,5 to 1,0 µg per g fat. Within the weight range 85 to 95 kg the corresponding percentages were 48,1 and 18,5 %. In both weight ranges almost the same spread of androstenone values from 0,0 to 2,0 resp. 2,5 µg/g fat appeared. In the range below 85 kg even 4 boars with levels of $>3,0$ µg/g were found.

The applied technic of sensorial evaluation of fat samples was easy to realize and did produce comparable values to the

androstenone levels. The results of the panelists pre-check by means of the smell-papers could not give a prognosis in their ability to detect boar taint in fat samples. This is attributed to the fact, that boar taint in fat is the result of more than one chemical compound.

Androstenone concentration and sensorial evaluation of boar taint intensity showed a statistically proved dependency ($\alpha = 0,05$; χ^2 -test).

Based on the sensorial number evaluated for each fat sample the threshold value, below which no boar taint is generally observed, was found at $0,2 \mu\text{g}$ androstenone per g fat. A level of $0,5 \mu\text{g/g}$ proved to be a low step value for irregular and not predictable intensity of boar taint. Androstenone levels of $1,0$ and $2,0 \mu\text{g/g}$ fat may be two more step values for more regularly and intensively stated boar taint.

Between slaughter weights on the one hand and sensorial-numbers as well as androstenone levels on the other no statistically provable relationship was found ($\alpha = 0,05$; χ^2 -Test).

Below 85 kg slaughter weight panel members identified almost the same percentage of boars as "tainted" than above 85 kg to 95 kg (83,4 % resp. 76,0 %).

A theoretical elevation of the 85 kg-limit up to 95 kg slaughter weight mainly resulted in an increase of the lower androstenone levels (66,6 %; $\leq 1,0 \mu\text{g/g}$ fat). Therefore, the number of boars which now could be cured increased from 24 to 50 animals. A general reglementation as "less valuable" of all boars which were not used for insemination service and which exceed the slaughter weight of 85 kg, not having the possibility of curing, seems not to be justified. So the elevation of the weight limit up to 95 kg slaughter weight is proposed.

9. Anhang

Tab. 17: Einzelwerte zu den in Kap. 3.3.4.2.1. berechneten Daten (Modellversuch)

Testansätze ($\mu\text{g/g}$)	Einzel-Analysenwerte ($\mu\text{g/g}$)			Gesamtergebnis
0,50	0,66	0,67	0,72	$\bar{x} = 0,48 \mu\text{g/g}$ $s = 0,15 \mu\text{g/g}$ $V = 32 \%$
0,50	0,45	0,47	0,45	
0,50	0,53	0,46	0,47	
0,50	0,25	0,27	0,30	
1,00	0,86	0,99	0,92	$\bar{x} = 0,995 \mu\text{g/g}$ $s = 0,12 \mu\text{g/g}$ $V = 12,8 \%$
1,00	0,96	0,89	0,89	
1,00	0,82	1,11	1,13	
1,00	1,12	1,12	1,03	
1,50	1,40	1,39	1,37	$\bar{x} = 1,56 \mu\text{g/g}$ $s = 0,15 \mu\text{g/g}$ $V = 9,7 \%$
1,50	1,50	1,65	1,39	
1,50	1,70	1,72	1,74	
1,50	1,54	1,74	1,56	
2,00	1,72	2,01	1,60	$\bar{x} = 1,91 \mu\text{g/g}$ $s = 0,15 \mu\text{g/g}$ $V = 7,9 \%$
2,00	1,98	2,18	1,82	
2,00	1,94	2,03	1,89	
2,00	1,86	1,99	1,86	
3,00	3,12	3,24	2,81	$\bar{x} = 3,06 \mu\text{g/g}$ $s = 0,26 \mu\text{g/g}$ $V = 8,5 \%$
3,00	2,84	3,07	2,78	
3,00	3,16	3,45	3,62	
3,00	2,87	2,84	2,96	

$\bar{x}$ = arithmet. Mittelwert V = Variationskoeffizient
s = Standardabweichung

Tab. 18: Einzelwerte zu den in Kap. 3.3.4.3. berechneten Daten (Reproduzierbarkeit)

Eber Nr.	01	02	03	04	05	06	07	08
1. Meßwert ($\mu\text{g/g}$)	0,906	0,694	0,324	0,374	0,246	0,455	0,252	1,295
2. Meßwert ($\mu\text{g/g}$)	1,012	0,436	0,189	0,497	0,228	0,321	0,165	1,129

Meßwert: Mittelwert aus 3 Einzelmessungen

Tab. 19: Urliste der Einzelandrostenongehalte von 77 Eberfettproben sowie zugehörigen Schlachtgewichten

Eber Nr.	Schlachtgewicht (kg)	Androstenon-gehalt (µg/g)	Eber Nr.	Schlachtgewicht (kg)	Androstenon-gehalt (µg/g)	Eber Nr.	Schlachtgewicht (kg)	Androstenon-gehalt (µg/g)
01	87,5 *)	0,96	27	93	0,45	53	89	2,54
02	87,5	0,56	28	98	1,32	54	86	1,15
03	87,5	0,26	29	99	2,23	55	90	0,61
04	87,5	0,43	30	101	1,06	56	90	0,25
05	87,5	0,24	31	102	0,89	57	90	1,36
06	107,5 **)	0,39	32	106	>3,00	58	91	0,37
07	107,5	0,21	33	112	>3,00	59	91	0,23
08	107,5	1,21	34	76	0,27	60	92	2,36
09	107,5	1,24	35	77	0,49	61	92	1,55
10	107,5	0,61	36	78	0,26	62	92	0,05
11	107,5	0,37	37	83	1,98	63	96	1,97
12	69	1,96	38	84	0,45	64	97	>3,00
13	78	0,21	39	90	0,38	65	98	0,39
14	80	>3,00	40	92	0,12	66	100	0,49
15	80	0,00	41	92	0,00	67	100	1,28
16	81	1,36	42	94	0,10	68	102	0,76
17	81	>3,00	43	77	1,49	69	102	2,49
18	81	>3,00	44	79	1,89	70	105	2,43
19	83	0,96	45	80	0,23	71	105	1,16
20	83	0,35	46	82	0,29	72	106	2,19
21	85	0,36	47	82	0,53	73	110	>3,00
22	87	1,52	48	83	>3,00	74	110	0,54
23	89	0,54	49	84	0,36	75	112	0,88
24	89	1,02	50	84	1,39	76	112	0,24
25	90	2,20	51	86	0,00	77	117	1,19
26	91	1,22	52	89	0,69			

>3,0 = Werte über 3 µg/g errechnet bzw. empirisch bestimmt

Eber 01 - 08 : Mittelwerte aus Doppelansätzen

--- Sammelieferungen (Dez. 1981 - Okt. 1982)

*) = 85,0 - 90,0 kg **) = 105,0 - 110,0 kg

10. Literaturverzeichnis

ANDRESEN, Ø:

Development of a radioimmunoassay for 5 α -androst-16-en-3-one in pig peripheral plasma
Acta endocr. (Kbh.) 76, 377 - 387 (1974)

ders.:

5 α -androstenone in peripheral plasma of pigs, diurnal variation in boars, effect of intravenous HCG-administration and castration
Acta endocr. (Kbh.) 78, 385 - 391 (1975a)

ders.:

A radioimmunoassay for 5 α -androst-16-en-3-one in porcine adipose tissue
Acta endocr. (Kbh.) 79, 619 - 924 (1975b)

ders:

Concentration of fat and plasma 5 α -androstenone and plasma testosterone in boars selected for rate of body gain and thickness of backfat during growth, sexual maturation and after mating
J. Reprod. Fert. 48, 51 - 59 (1976)

ders.:

A rapid radioimmunological evaluation of the androstenone content in boar fat
Acta vet. scand. 20, 343 - 350 (1979)

ANDRESEN, Ø und H. BAKKE:

5 α -androstenone in fat from boars selected for rate of gain and thickness of backfat, and from boars used in artificial insemination service
Acta vet. scand. 16, 492 - 502 (1979)

BARTELS, S. H.:

Die Untersuchung der Schlachttiere und des Fleisches
Verl.: P. Parey, Berlin und Hamburg 1968

BARTOŠOVÁ, J., KOUCHÝ M. und J. SMÍTKA:

Jungebermast mit Bezug auf die Produktionsökonomie von Magerfleisch (tsch.)
Živočišná Výroba 25, 921 - 928 (1980)

BEERY, K. E., SINK, J. D., PATTON, St. and J.H. ZIEGLER:

Characterisation of swine sex odour (SSO) components in boar fat volatiles
J. Food Sci. 36, 1086 - 1090 (1971)

BISHOP, M. W. H.:

Possible explanantions for the aberrant occurrence of boar taint in female and castrated pigs
in: RHODES, D. N.: Meat production from entire male animals. Verl.: J. & A. Churchill Ltd. London (1969)

BLAIR, R. and P. R. ENGLISH:

The effect of sex on growth and carcass quality in the bacon big
J. Agr. Sci. 64, 169 - 179 (1965)

BONNEAU, M. (1982):

zit. nach MOERMAN, P.C. (1982)

BONNEAU, M. und B. DESMOULIN:

Teneur en androsténone des graisses des jeunes porcs mâles entiers issus de croisement de type "Camborough"

Ann. Zootechn. 28, 185 - 190 (1979)

BONNEAU, M., DESMOULIN, B. und B. L. DUMONT:

Qualités organoleptiques des viandes de porcs mâles entiers ou castrés: composition des graisses et odeurs sexuelles chez les races hypermusclées

Ann. Zootechn. 29, 69 - 73 (1980)

BOOTH, W. D.:

Changes with age in the occurrence of C₁₉-steroids in the testis and submaxillary gland of the boar

J. Reprod. Fert. 42, 459 - 472 (1975)

CHARETTE, L. A.:

The effect of sex and age of male at slaughter on growth and carcass quality of Yorkshire swine
Can. J. Anim. Sci. 41, 30 - 39 (1961)

CLAUS, R.:

Bestimmung von Testosteron und 5 α -Androst-16-en-3-on, einem Ebergeruchsstoff, bei Schweinen
Agr. Diss. TU München 1970

ders.:

Dosage radioimmunologique du 5 α -androst-16-en-3-one, stéroïde responsable de l'odeur de verrat dans le tissu adipeux des porcs
C. R. Acad. Sc. Paris t. 278, Serie D, 229 - 307 (1974)

ders.:

Messung des Ebergeruchsstoffes im Fett von Schweinen mittels eines Radioimmuntests
1. Mitteilung: Geruchsdepotbildung in Abhängigkeit vom Alter
Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 92, 118 - 126 (1975a)

ders.:

Neutralisation of pheromones by antisera in pigs
in: NIESCHLAG, E.: Immunisation with Hormones in Reproduction Research. Verl.: North Holland Publishing Company, Amsterdam 1975c

ders.:

Messung des Ebergeruchsstoffes im Fett von Schweinen mittels eines Radioimmuntests
2. Mitteilung: Zeitlicher Verlauf des Geruchsdepotabbaues nach der Kastration
Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 93, 38 - 47 (1976)

ders.:

Der Geschlechtsgeruch des Ebers aus der Sicht des Verbrauchers und der Tierproduktion
Wien. Tierärztl. Mschr. 65, 381 - 388 (1978)

CLAUS, R. und W. ALSING:

Einfluß von Choriongonadotropin, Haltungsänderung
und sexueller Stimulierung auf die Konzentration
von Testosteron im Plasma sowie des Ebergeruchs-
stoffes im Plasma und Fett eines Ebers
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 89, 354 - 358 (1976a)

dies.:

Occurrence of 5 α -androst-16-en-3-one, a boar
pheromone, in man and its relationship to testosterone
J. Endocr. 68, 483 - 484 (1976b)

CLAUS, R. und H. KARG:

Der Ebergeruch: Neuere physiologische Erkenntnisse
und ihre Konsequenzen
Schlachten und Vermarkten 76, 292 - 296 (1976)

CLAUS, R., HOFFMANN, B. und H. KARG:

Determination of 5 α -androst-16-en-3-one, a boar
taint steroid in pigs, with reference to relation-
ships to testosterone
J. Anim. Sci. 33, 1293 - 1297 (1971)

CLAUS, R., HOPPEN, H. O. and H. KARG:

The secret of truffles: a steroidal pheromone?
Experientia, 37, 1178 - 1179 (1981)

CLIPLEF, R. L. and J. H. STRAIN:

Relationship of sex odour to panel acceptability
and certain other organoleptic characteristics
of pork chops
Can. J. Anim. Sci. 61, 45 - 52 (1981)

DESMOULIN, B. und M. BONNEAU:

Aptitudes à l'emploi des viandes de porcs mâles entiers

Techni-Porc 2, 3, 15 - 25 (1979)

DESMOULIN, B., BONNEAU, M., FROUIN, A. und J.-P. BIDARD:

Acceptabilité par le consommateur des viandes de porc mâle entier selon leur charcuterie: importance de la teneur en androsténone

in: Proc. 27. Europ. Meet. Meat Res. Workers
Wien, 24. - 28.8.81, 538 - 541 (1981)

DUTT, R.H., SIMPSON, E.C., CHRISTIAN, J.C. and C. E. BARNHARDT

Identification of the preputial glands as the site of production of sexual odor in the boar
J. Anim. Sci. 18, 1557 (1959)

ECHTERNKAMP; S. E., TEAGUE, H. S., PLIMPTON jr., R. F. and A. P. GRIFO

Glandular development, hormonal response and boar odor and flavour intensity of untreated and diethylstilbestrol-implantated boars
J. Anim. Sci. 28, 653 - 658 (1969)

ELSLEY, F. W. H.:

Report on subjective tests and on the sensitivity of different people in the detection of natural and synthetically produced boar taint
Annual Meeting. Commission on Pig Production.
European Association for Animal Production,
Dublin, 17. - 22.5. 1968

ELSLEY; F. W. H. and R.M. LIVINGSTONE:

Effect of slaughter weight and feeding level
on the incidence of boar taint
in: RHODES, D. N.: Meat production from entire
male animals. Verl.: J. & A. Churchill Ltd.
London 1969

FALKENBERG, H. und G. BLÖDOW:

Untersuchungen zum 5 α -Androst-16-en-3-on-Gehalt
von Jungebern und dessen Beziehungen zu Mast-
und Schlachtleistungen
Arch. Tierzucht 24, 521 - 532 (1981)

FLEISCHMANN, K.

Geschlechtsgeruch bei Ebern und Binnenebern und
ein Beitrag zur Qualitätsverbesserung von Eber-
und Binneneberfleisch durch Pökeln
Z. Fleisch.-Milchhyg. 47, 360 - 365 (1937)

FLIESS, F.R., KAISER, H. und J. BERGFELD:

Versuche zur Beseitigung des Geschlechtsgeruches
durch aktive Immunisierung von wachsenden Ebern
mit Androstenon-Eiweißkonjugat
Arch. exper. Veter.-Med. 34, 227 - 233 (1980)

FØRLAND, D. M., LUNDSTRÖM, K. und Ø. ANDRESEN:

Relationship between androstenone content in
fat, intensitiy of boar taint and size of accessory
sex glands in boars
Nord. Vet. Med. 32, 201 - 206 (1980)

FUCHS, G.:

The correlation between the 5 α -androsterone-16-en-3-one content and the sex odor intensity in boar fat

Swedish J. Agric. Res. 1, 233 - 237 (1971)

GOWER, D, B.:

16-Unsaturated C₁₉-Steroids. A review of their chemistry, biochemistry and possible physiological role

J. Steroid Biochem. 3, 45 - 103 (1972)

GOWER, D.B. and T. KATKOV:

Studies on the biosynthesis and excretion of C₁₉- Δ^{16} -steroids in the boar in RHODES, D. N.: Meat production from entire male animals. Verl.: J. & A. Churchill Ltd. London 1969

GRIFFITHS; N. M. and R. L. S. PATTERSON:

Human olfactory response to 5 α -androsterone-16-en-3-one

J. Sci. Fd. Agric. 21, 4 - 6 (1970)

GRINWICH, D. L. and CLIPLEF:

Control of androstenone (boar taint) by active immunisation or testosterone

Agriculture Canada, Brandon, Manitoba R7A 5Z7

Ref.: Can, J. Anim. Sci. 61, 1106 (1981)

- HAGELSCHUER, H., BUSCH, W., FÖRSTER, J. und A. PÜSCHE:
 Untersuchungen zur biotechnischen Beseitigung des
 Geschlechtsgeruches bei Ebern und zu den Ver-
 arbeitungsmöglichkeiten dieses Fleisches in der
 Fleischindustrie
 Mh. Vet.-Med. 33, 779 - 784 (1978)
- HANSSON, K.-E., LUNDSTRÖM, K., FJELKNER-MODIG, S. and
 J. PERSSON:
 The importance of androstenone and skatole
 for boar taint
 Swedish J. agric. Res. 10, 167 - 173 (1980)
- HOLZMANN, A.:
 Der Einfluß von Cyproteronacetat auf den Sexual-
 bereich beim Eber
 Wien. tierärztl. Mschr. 65, 202 - 207 (1978)
- HORST, P.:
 Gedanken zur Ebermast
 Tierzüchter 22, 107 (1970)
- HORST, P. und J. BADER:
 Untersuchungen zur Bedeutung der Jungebermast
 2. Mitteilung: Versuche zur Unterdrückung des
 Sexualgeruches
 Züchtungskunde 41, 248 - 259 (1969b)
- JARMOLUK, L., MARTIN, A. H. and H. T. FREEDEN:
 Detektion of taint (sex odor) in pork
 Can. J. Anim. Sci. 50, 750 - 752 (1970)

JONSSON, P. and Ø. ANDRESEN:

Experience during two generations of within
lines boar performance testing, using 5 α -androst-
16-en-3-one (5 α -androstenon) and an olfactory
judgement of boar taint
Ann. Génét. Sel. Anim. 11, 241 - 250 (1979)

JONSSON, P. and J. WISMER - PEDERSEN:

Gentics of sex in boars
Livest..Prod..Sci. 1, 53 (1974)

JONSSON, P., BACHNER, J. A. und E. BACH:

Kønslugt hos orner af Dansk Landrace
(Boar taint in Danish Landrace)
507. Beretning fra Statens Hudyrbuugs førsog
København 1981

KAISER, R.:

Chromatographie in der Gasphase
Band IV: Quantitative Auswertung, Teil 1 und 2,
2. Auflage
Verl.: Bibliographisches Institut Mannheim 1969

KAUFMANN, G., RITTER, F. and K. SCHUBERT:

Quantitative determination of the boar taint sub-
stance 5 α -androst-16-en-3-one in fat
J. Steroid Biochem. 7, 593 - 597 (1976)

KELLER, H.:

Zur Beseitigung der Geruchs- und Geschmacksab-
weichung des Binneneberfleisches durch Pökelung
Zschr. Fleisch.-Milchhygiene 47, 174 - 176 (1936/37)

KIRK-SMITH, M., BOOTH, D.A., CAROLL, D. und P. DAUIES:
Human social attitudes affected by androstenol
Research Communication in Psychology, Psychiatry and
Behaviour, Westbury, N.Y; 3, 379 - 384 (1978)

KOCH, W.:

Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht
Verl.: Ferdinand Enke, Stuttgart 1955

KRAUSE (1977): zit. nach OTTO und BEHM (1979)

KÜHNE, D.: persönliche Mitteilung, 1983

KUNZE; H.:

Beitrag zur Beseitigung des Geschlechtsgeruches
bei Binnenebern
Zschr. Fleisch.-Milchhyg. 46, 457 (1936)

LAFRENTZ; R.:

Hodenentwicklung und Androgenproduktion bei
männlichen Schweinen zur Zeit der Geschlechts-
reife und der Einfluß niedrig dosierter Östro-
gengaben an Ferkel während der Säugeperiode
Vet. Med. Diss. Hannover 1977

LERCHE, M.:

Geschlechtsgeruch bei Eberkastraten
Zschr. Fleisch.-Milchhyg. 46, 417 (1936)

LOGAR, F.:

Die Geschlechtsentwicklung beim Eber und Versuche
einer hormonalen Hemmung der Hodenfunktion
Vet. Med. Diss. Hannover 1969

LUNDSTRÖM, K., MALMFORS, B., HANSSON, I., EDQUIST, L. E. und
B. GAHNE:

5 α -Androstenone and testosterone in boars
Swedish J. Agric. Res. 8, 171 - 180 (1978)

MAARSE, H., MOERMAN, P. C., und P. WALSTRA

Gaschromatografisch en organoleptisch onderzoek
von vlees en spek van manelijke varkens en van
daarmee bereide rookworst

I.V.O.-Rapport C-180 and Rapport no. 3 Research-
groep Vlees en Vleeswaren T.N.O. Zeist 1972

MAHR, F.:

Ein Beitrag zur Beurteilung und Verwertung von
mit Geschlechtsgeruch behaftetem Schweinefleisch
Tierärztl. Umschau 22, 184 - 187 (1967)

ders.:

Koch- und Bratproben bei der Fleischuntersuchung
Tierärztl. Umschau 29, 144 - 148 (1974)

MALMFORS, B. und Ø. ANDRESEN:

Relationship between boar taint intensity and
concentration of 5 α -androst-16-en-3-one in boar
peripheral plasma and back fat

Acta Agric. Scand. 25, 92 - 96 (1975)

MALMFORS, B. und I. HANSSON:

Incidence of boar taint in Swedish Landrace and
Yorkshire boars

Livest. Prod. Sci. 1, 411 - 420 (1974)

MALMFORS, B., LUNDSTRÖM, K. und I. HANSSON:

Fatty acid composition of porcine back fat and muscle lipids as affected by sex, weight and anatomical location

Swedish J. Agric. Res. 8, 25 - 38 (1978a)

dies.:

Interrelations between boar taint, 5 α -androstenone and fatty acid composition in pigs

Swedish J. Agric. Res. 8, 161 - 169 (1978b)

MALMFORS, B., LUNDSTRÖM, K., HANSSON, I. und B. GAHNE:

The effect of HCG and LH-RH on 5 α -androstenone levels in plasma and adipose tissue of boars

Swedish J. Agric. Res. 6, 73 - 79 (1976)

MARBERRY, S.:

The economics of castration

Pig-American 3, 32 - 35 (1978)

MELROSE, D. R., REED, H. C. B. and R. L. S. PATTERSON:

Androgen steroids associated with boar odour as an aid to the detection of oestrus in pig artificial insemination

Br. Vet. J. 127, 497 - 502 (1971)

MOERMAN, P.C.:

The 1981 symposium on boar taint in Zeist, The Netherlands

Livest. Prod. Sci. 8, 573 - 578 (1982)

MOERMAN, P. C. und P. WALSTRA:

Ebergeruch in Fleisch und Fleischwaren von
jungen Mastebnern

Fleischwirtschaft 58, 1503-1506, 1509-1514 (1978)

MORDENTI , A., MANFREDINI, M. und P. G. MONETTI:

La castrazione del suino maschio (Die Kastration
der Eber)

Suinicoltura 9, 25 - 41 (1968)

Ref.: Fleischwirtschaft 51, 64 (1971)

MOTTRAM, D.S., WOOD, J.D. und R.L.S. PATTERSON:

Comparison of boars and castrates for bacon production
Anim. Prod., 35, 75 - 80 (1982)

NEDELNIUC, V., ANTONARU, L. und N. CONTORA:

Determination und Korrektur des spezifischen
Fleischgeruches bei verschiedenen Schweinecate-
gorien - ein neues Kriterium zur Schweineselek-
tion (rum.)

Rev. Cresterea Animalelor 28, 17 - 25 (1978)

Ref: Landw. Zentrbl. IV, 24, 493 (1979)

NIEDEREHE, H.:

Die Verwertung des Fleisches von Schweinen mit
Ebergeruch

Schlachten und Vermarkten 77, 82 - 83 (1977)

OCKERMAN; H. W., PLIMPTON jr., R. F. and R. L. S. PATTERSON:
 Influence of castration and diethylstilbestrol
 implantation of boars on carcass characteristics,
 sensory panel evaluation and 5 α -androsterone-16-en-
 3-one levels
 J. Food Sci. 46, 1146 - 1161 (1981)

OTTO, E. und R. BEHM:
 Objektive Ebergeruchsbestimmung
 Mh. Vet.-Med. 34, 541 - 542 (1979)

dies.:
 Beitrag zum Problem der Ebergeruchsbestimmung
 Mh. Vet.-Med. 36, 466 - 468 (1981)

OTTO, E., BEHM, R. und G. BLÖDOW:
 Untersuchungen zum Ebergeruch
 Fleisch 34, 36 - 37 (1980)

PATTERSON, R. L. S.:
 A possible contribution of phenolic components
 to boar odour
 J. Sci. Food Agric. 18, 8 - 10 (1967)

ders.:
 5 α -Androst-16-en-3-one: Compound responsible
 for taint in boar fat
 J. Sci. Food Agric. 19, 31 - 38 (1968a)

ders.:

Investigation of boar taint
European Association for Animal Production
Commission on Pig Production, Dublin 1968 b

ders.:

Identification of 3 α -hydroxy-5 α -androster-16-ene
as the musk odour component of boar submaxillary
salivary gland and its relationship to sex odour
taint in pork meat
J. Sci. Food Agric. 19, 434 - 438 (1968c)

ders.:

Boar taint: its chemical nature and estimation
in: RHODES, D. N.: Meat production from entire
male animals. Verl.: J. & A. Churchill Ltd.
London 1969

ders.:

Autoimmunisation of young boars to prevent taint
Pamphlet, ARC Meat Research Institute
Langford, U. K. 1979

PATTERSON R. L. S. and C. G. STINSON:

Rapid estimation of boar taint in pork carcasses
in: Proc. 17. Europ. Meet. Meat Res. Workers,
Bristol, 1971

PEARSON, A. M., NGODDY, S., PRICE, J. T. and H. LARZELERE:

Panel acceptability of products containing
boar meat
J. Anim. Sci. 33, 26 - 29 (1971)

PLIMPTON, R. F., OCKERMAN; H. W., CAHILL, V. R. and E. HILT:
 The effect of boar odour level, meat block dilution and the addition of fennel spice on the acceptability of cooked Frankfurters processed from boar pork
 in: Proc. 22. Europ. Meet. Meat Res. Workers, Malmö, 1976

PRELOG, V. und L. RUZICKA:
 Über zwei moschusartig riechende Steroide aus Schweinetestes-Extrakten
 Helv. Chim. Acta 27, 61 - 66 (1944)

RHODES, D.N.:
 Consumer testing of bacon from boar and gilt pigs
 J. Sci. Food Agric. 22, 486 - 490 (1971)

ROBB, J. D., PATTON, J. and S. T. C. WEATHERUP:
 The effects of breed, age and carcass weight on the occurrence of abnormal odour in boar carcass fat
 in: Proc. 21. Europ. Meet. Meat Res. Workers Bern, 1975

RÖSTEL, W., MEYER, J. und U. PETERSEN:
 Beitrag zur Zuchttauglichkeitsbeurteilung jugendlicher Zuchteber
 Tierärztl. Umschau 33, 225 - 230 (1978)

ROMMEL, P., OTTO, E. und G. BLÖDOW:
 Orientierungsversuche zur medikamentellen Beseitigung des Geschlechtsgeruches beim Eber
 Mh. Vet.-Med. 30, 292 (1975)

SCHAUSER, W.:

Die Kochprobe bei der fleischbeschaulichen
Beurteilung
Schlacht- und Viehhof-Ztg. 57, 13 - 16 (1957)

SCHEIBNER, G. und D. BEUTLING:

Lebensmittelhygienische Untersuchungen bei Ver-
suchen zur Desexualisierung von Jungebern mit
Clormadinonacetat
Mh. Vet.-Med. 33, 401 - 403 (1978)

SCHILLING, E. und LAFRENTZ, R.:

Zur Frage der Jungebermast
Tierzüchter 29, 523 - 524 (1977)

SCHÖNBERG, F. und O. ZIETSCHMANN:

Die Ausführung der tierärztlichen Fleischunter-
suchung
Verl.: R. Schoetz, Berlin 1944

SCHULMANN, A.:

Geschlechtsgeruch bei finnischen Besamungsebern.
Zusammenhang zwischen Geschlechtsgeruch, Geschlechts-
trieb und Samenqualität (fin.)
Nord. Veter.-Med. 26, 410 - 413 (1974)
Ref.: Landw. Zbl. IV, 20, 1306 (1976)

SEYBT, J.:

Schlachttier- und Fleischuntersuchung
Verl.: G. Fischer, Jena 1975

SHENOY, E. V. B., DANIEL, M. J. and P. G. BOX:

The 'boar taint' steroid 5 α -androst-16-en-3-one:
an immunisation trial

Acta Endocr. 100, 131 - 136 (1982)

SINK, J. D.:

Theoretical aspects of sex odour in swine

J. Theoret. Biol. 17, 174 - 180 (1967)

SMIDT, D.:

Der Geschlechtsgeruch des Ebers und seine

Bedeutung für die Schweineproduktion

Schweinezucht und Schweinemast 16, 237 - 240 (1968)

SMIDT, D. und E. ROTH:

Zur geschlechtlichen Entwicklung bei Ebern

Schweinezucht und Schweinemast 18, 260 - 261 (1970)

SPARAGANA, M., KEUTMANN, E. H. and W. B. MASON:

Quantitative determination of individual C₁₉O₂
and C₁₉O₃ urinary 17-ketosteroids by gaschromatography

Anal. Chem. 35, 1231 - 1238 (1963)

STAHL, E.:

Dünnschichtchromatographie. Ein Laboratoriums-
handbuch; 2. Auflage

Verl.: Springer, Berlin etc. (1967)

SZENTKUTI, L.:

Gedanken zur Problematik des Ebergeruches

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 74, 117 (1967)

THOMPSON, R. H. and A. M. PEARSON:

Quantitative determination of 5 α -androst-16-en-3-one by gaschromatography - mass spectrometry and its relationship to sex odor intensity in pork
J. Agric. Food Chem. 25, 1241 - 1245 (1977)

THOMPSON, R. H., PEARSON, A. M. and K. A. BANKS:

Identification of some C₁₉- Δ^{16} -steroids contributing to sex odor in pork
J. Agric. Food Chem. 20, 185 - 189 (1972)

TOUCHSTONE, J. C. :

Quantitative thin layer chromatography
Verl.: John Wiley & Sons, New York 1973

TOUCHSTONE, J. C. and M. F. DOBBINS:

Practise of thin layer Chromatography
Verl.: John Wiley & Sons, New York 1978

VAHLUN:

zit. nach WALSTRA (1978)

VOLD; E.:

Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten. I. Vergleich verschiedener Kastrationsmethoden bei Schweinen
Meld. Nr. 233, Institute of animal genetics and breeding. NLH, Vollebakk, Norwegen 1966

ders.:

Fleischproduktionseigenschaften bei Ebern und Kastraten. IV. Organoleptische und gaschromatographische Untersuchungen wasserdampf-flüchtiger Stoffe des Rückenspeckes von Ebern

Meld. Nr. 283, Institute of animal genetics and breeding. NLH, Vollebakk, Norwegen 1970

WACHELAU, G.:

Eignung sensorischer Prüfverfahren in der Fleischuntersuchung, dargestellt am Problem des Ebergeruches

Vet. Med. Diss. FU Berlin 1980

WACHELAU, G. und G. REUTER:

Untersuchungen zur Möglichkeit einer routinemäßigen Jungebermast und Versuche zur Verbesserung des sensorischen Nachweises geschlechtsbedingter Geruchsabweichungen

Schlachten und Vermarkten, 78, 327 - 333 (1978)

WALKER, N.:

Boars for meat production - the effect of single-sex or mixed-sex groups on growth performance and carcass characteristics

Rec. Agric. Res. 26, 7 - 10 (1978)

ders.:

The effect of controlled growth rate on the performance of boars and on the odour of subcutaneous fat at 85 and 122 kg live weight

Livest. Prod. Sci. 7, 163 - 167 (1980)

WALPER, F. und R. KRATZSCH:

Erfahrungen bei der Verwertung von mit Geschlechts-
geruch behaftetem Fleisch von Jungebern, Binnen-
ebern und Zwittern in der Industrieproduktion
Fleisch 27, 33 - 34 (1973)

WALSTRA, P.:

Recent research on boar taint
EVT. Europäische Vereinigung für Tierzucht:
29. Jahrestagung, Stockholm 1978

ders.:

Fattening of young boars: quantification of
negative and positive aspects
Livest. Prod. Sci. 1, 187 - 196 (1974)

WALSTRA, P. und H. MAARSE:

Onderzoek geslachtsgeur van mannelijke
mestvarkens
IVO-Papp. C 147 no.2 Res. Group Vlees en Vlees-
waren TNO, Zeist, Sept. 1970

WALSTRA; P. und P. C. MOERMAN:

Ist es gerechtfertigt, Eber zu mästen und was
sind die Perspektiven
Der Tierzüchter 33, 465 - 467 (1981)

WALSTRA, P. and G. MATEMAN:

Detection of boar taint on the slaughter line
EVT Europäische Vereinigung für Tierzucht:
33. Jahrestagung, Leningrad 1982

WALSTRA, P., MATEMAN, G. and P. C. MOERMAN:

Use of a hand-sealer in detecting boar odour
in the slaughter line (nl.)

Tidjschr. Diergeneesk. 102, 913 - 926 (1977)

WILLEKE, H., CLAUS, R., PIRCHNER, F. and W. ALSING:

A selektion experiment against 5 α -androst-16-
en-3-one, the boar taint steroid, in adipose
tissue of boars

Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 97, 86 - 94 (1980)

WILMOWSKI, T.v., HARING, F. und D. SMIDT:

Probleme der Schweinefleischerzeugung mit un-
kastrierten männlichen Schweinen (Sammelreferat)

Fleischwirtschaft 49, 916 - 921 (1969)

WISMER-PEDERSEN, J., JONSSON, P., JENSEN, P. and A. BANYAI:

The occurrence of sex odour in Danish Landrace
boars

In: RHODES, D. N.: Meat production from entire
male animals. Verl.: J. & A. Churchill Ltd.,
London 1969

WITT, M. und J. SCHRÖDER:

Verlauf der Mastleistung bei Ebern, Börgen und
Sauen im Mastabschnitt 40 - 110 kg Lebendgewicht
Fleischwirtschaft 49, 353 - 356 (1969)

ZORN, W., COMBERG, G. und K. RICHTER:

Schweinezucht

Verl.: Eugen Ulmer, Stuttgart 1968

N.N.:

Gesetz zur Neuordnung und Bereinigung des Rechts
im Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen,
kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegen-
ständen vom 15. August 1974
Bundesgesetzblatt I, S. 1945 (1974a)

N.N.:

Analytical procedure for a general method
for gas chromatography
Working Group on Methods of Analysis of the
International Organisation of the Flavour
Industry (I.O.F.I.), recommended method 4 (1974b)

N.N.:

Zur Mast und Schlachtung von Ebern
Landwirtsch. Wochenblatt Westfalen-Lippe
21, 21 (1976a)

N.N.:

Tierzuchtgesetz (TierZG) vom 20. April 1976
Bundesgesetzblatt I, S. 1045 (1976b)

N.N.:

Die Mast von Ebern
Schweinezucht und Schweinemast 26, 96 (1978a)

N.N.:

Gleichberechtigung für Eberfleisch
Schweinezucht und Schweinemast 26, 378 (1978b)

N.N.:

Bekanntmachung der Neufassung der Ausführungsbestimmungen A über die Untersuchung und die gesundheitspolizeiliche Behandlung der Schlachttiere und des Fleisches bei Schlachtungen im Inland -AB.A- vom 3. Februar 1978
Bundesgesetzblatt I, S. 201 (1978c)

N.N.:

Verordnung über hygienische Mindestanforderungen an Fleisch, das für die Bundesrepublik Deutschland bestimmt ist (Mindestanforderungen-Verordnung-MindV) vom 11. November 1974 (BGBl. I, S. 3265) zuletzt geändert durch Verordnung vom 26. Juni 1979.
Bundesgesetzblatt I, S. 826 (1979a)

N.N.

Verordnung über die Körung von Ebern vom 20. August 1979
Bundesgesetzblatt I, S. 1484 (1979b)

N.N.:

Fleischbeschaugesetz vom 3. Juni 1900 in der Fassung vom 29. Oktober 1940 (Reichsgesetzblatt I, S. 1463), zuletzt geändert durch das Gesetz vom 10. Mai 1980
Bundesgesetzblatt I, S. 545 (1980)

N.N.:

Richtlinie des Rates vom 26. Juni 1964 zur
Regelung gesundheitlicher Fragen beim innerge-
meinschaftlichen Handelsverkehr mit frischem
Fleisch, zuletzt geändert durch die Richtlinie
des Rates vom 24. Juni 1981
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 186
(S. 20) vom 8.7. 1981

N.N.:

Eber-Eigenleistungsprüfung auf Station 1981
in Rheinland - Pfalz/Saarland
Schweinezucht und Schweinemast, 30, 92 (1982a)

N.N.:

Liebe geht durch die Nase
Cosmopolitain H.3, 52 - 54 (1982b)

N.N.:

Eber-Eigenleistungsprüfung in Bayern
Schweinezucht und Schweinemast, 31, 86 (1983)

Herrn Prof. Dr. Gerhard Reuter danke ich für die Überlassung des Themas und für die gewährte Unterstützung bei dieser Arbeit sehr herzlich.

Ebenso bin ich allen Mitarbeitern der Fachrichtung Fleischhygiene, die mir bei den sensorischen Untersuchungen und auch anderweitig mit Rat und Tat zur Seite gestanden haben, zu Dank verpflichtet.

Die statistischen Berechnungen wurden freundlicherweise unter Mithilfe von Frau Arndt (Fachrichtung Biometrie) durchgeführt.

Petra hat mir vor allem in menschlicher Hinsicht ihre Mithilfe zuteil werden lassen.

Lebenslauf

Am 30. Januar 1953 wurde ich, Gerhard Roland M o l l, als zweites von vier Kindern des kaufmänn. Angestellten Werner M o l l und seiner Ehefrau Erika, geb. Hügler, in Langenargen am Bodensee geboren.

Meine Reifeprüfung legte ich am 29. Juni 1973 am Graf - Zeppelin - Gymnasium in Friedrichshafen ab.

Nach zweijähriger Dienstzeit bei der Bundeswehr nahm ich zum Wintersemester 1975 mein Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin auf. Die Approbation als Tierarzt erhielt ich am 3. August 1981.

Seit Oktober 1981 war ich als Doktorand an der Fachrichtung Fleischhygiene des Institutes für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene und -technologie der Freien Universität Berlin mit der Anfertigung dieser Dissertation beschäftigt.

Papyrus-Druck GmbH Berlin ☎ 3416451
Dissertationen